

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 7 月 24 日 (24.07.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/060340 A1

- (51) 国際特許分類: F16C 19/36, 33/58, 33/46, 43/06, H02K 5/173
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/00131
- (22) 国際出願日: 2003 年 1 月 9 日 (09.01.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-005034 2002 年 1 月 11 日 (11.01.2002) JP
特願2002-357237 2002 年 12 月 9 日 (09.12.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都品川区大崎一丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP).

丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 村井 隆司 (MURAI, Takashi) [JP/JP]; 〒251-8501 神奈川県 藤沢市 鶴沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 小滝 賢司 (KOTAKI, Kenji) [JP/JP]; 〒251-8501 神奈川県 藤沢市 鶴沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 大浦 行雄 (OOURA, Yukio) [JP/JP]; 〒251-8501 神奈川県 藤沢市 鶴沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 小栗 昌平, 外 (OGURI, Shohei et al.); 〒107-6028 東京都港区赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 2 8 階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, DE, US.

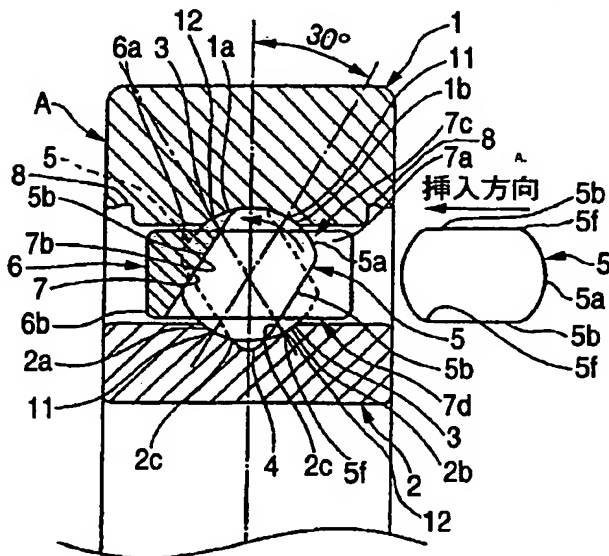
添付公開書類:
— 国際調査報告書

- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 藤井 修 (FUJII, Osamu) [JP/JP]; 〒251-8501 神奈川県 藤沢市 鶴沼神明一

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ROLLING BEARING

(54) 発明の名称: 転がり軸受



(57) Abstract: A rolling bearing with suppressed spin sliding between rolling elements and raceway grooves and with low torque realized by reducing rolling resistance. Although the bearing is an one-piece raceway-type, the rolling elements can be assembled easily. Further, the rolling elements even of this type of bearing can be assembled easily in a state where one-piece type raceways and a retainer have been assembled. At the center of an inner raceway groove (3), there is provided a small groove (4) where the rolling elements are turned in raceway groove space after outer and inner raceways and a retainer have been assembled. In a retainer (6), only pocket faces (7b) in one axial direction of pockets (7) are provided, and the faces of the pockets in the other direction are made to be open.



(57) 要約:

転動体と軌道溝とのスピン滑りの抑制と共に、転がり抵抗を低くして低トルク化を実現した転がり軸受において、軌道輪一体型であっても転動体の組み込みが容易になし得るものとするものである。また、この種の軸受で一体型の軌道輪と保持器を組み立てた状態でも転動体の組み込みが容易になし得るものとするものである。内輪軌道溝 3 の中心に、外内輪・保持器の組み込み後、軌道溝空間内において転動体回転用の小さな溝 4 を設ける。保持器 6 は、ポケット 7 の一つの軸方向ポケット面 7 b のみ設け、他方の面側は開放とした。

明 細 書

転がり軸受

<技術分野>

本発明は、ラジアル荷重と両方向のアキシアル荷重、モーメント荷重を受けられる軸受に関するものであり、産業機械、ロボット、医療機器、食品機械、半導体／液晶製造装置、ダイレクトドライブモータ、光学及びオプトエレクトロニクス装置などに使われる。

また、本発明は、減速機を使わずに負荷をモータに直結して駆動できるダイレクトドライブモータに関するものである。

<背景技術>

一つの軸受でラジアル荷重と両方向のアキシアル荷重、モーメント荷重を受けられるものとしては、従来、クロスローラ軸受、４点接触玉軸受及び３点接触玉軸受が知られている。

クロスローラ軸受では、転動体があるところであり、転動体と軌道輪が２箇所線で接触するので、モーメント剛性大の長所を持つ。

４点接触玉軸受又は３点接触玉軸受では、転動体が玉であり、転動体と軌道輪が４箇所又は３箇所で点接触するので、低トルク、作動円滑の長所を持つ。

従来のダイレクトドライブモータの一例として図３５に示す。この種のダイレクトドライブモータでは、回転及び負荷を支持する軸受に例えば図３６に示すようなクロスローラ軸受を採用している。軸受は、その外輪２００が回転子（ロータ）１７に嵌合されパルサーリング１９と共に固定され、内輪２０１が固定子（ステータ）１８側に嵌合され位置検出器２０と共に固定されている。そして、コイル２１に通電することによりロータ１７およびパルサーリング１９が回転し、パルサーリング１９の凹凸を位置検出器２０によって検出し、制御器によって回転速度や位置決め制御を行なう構造である。

このようにダイレクトドライブモータの軸受としてクロスローラ軸受を採用す

るのは、①高負荷容量であること、②高剛性であること、③モータ構造の簡略化などの要請からである。

すなわち、クロスローラ軸受は、図に示すように転動体 3 0 0 が円筒状のころであり、この転動体 3 0 0 を交互に直交した配置で且つ予圧を付与することで高負荷容量・高剛性を実現しているものである。

しかしながら、クロスローラ軸受では、モーメント剛性大という長所を持つ一方、転動体と軌道輪の間に相対速度が生じるため、ころがスキューし易く、その結果、トルク変動が生じ易い短所もある。

また、4 点接触玉軸受又は 3 点接触玉軸受は、転動体が玉なので、同寸法のクロスローラよりトルクが小さい長所を持つ一方、モーメント剛性小という短所もある。また、アキシアル荷重に対してラジアル荷重が優勢な場合又は純ラジアル荷重を受ける場合、各玉は、軌道輪と 4 点又は 3 点で接触するため、玉のスピンの大きく、小さなスピン摩耗性能は得られない。

さらに、通常、スピン摩耗性能を少しでも改善するためには、軸受の隙間が正に設定されるので、結果として軸受のモーメント剛性が小さくなってしまう。

そこで、このような問題点を解決する新規有用な転がり軸受として特開 2001-50264 が提供されている。

すなわち、図 3 7 に示すように、一对の軌道輪たる外輪 3 0 と内輪 4 0 の間に複数の転動体 6 0 が組み込まれ、上記各軌道輪 3 0, 4 0 は転動体 6 0 の半径より大径状の軌道面 3 1, 4 1 からなる軌道溝 5 0 を夫々有し、その中に少なくとも一つの軌道輪 3 0 (4 0) は二つの軌道面からなり、上記各転動体 6 0 は転がり接触面となる外径 6 1 が軸方向にも曲率を持ち、円周上に夫々交互に交差状に配されると共に、各転動体 6 0 の外径 6 1 が常に相対する一方の軌道輪 3 0 (4 0) の軌道面 3 1 (4 1) と他方の軌道輪 4 0 の軌道面 4 1 (3 1) にて夫々一点ずつ合計二点で接触している構成の転がり軸受である。そして上記転動体 6 0 の具体的な形態は、図 3 7, 3 8 に示す通り、一組の平面部(相対面) 6 2, 6 2 を有する上下切断状玉(玉の上下部分を切断して相対面を形成した構造のものをいう。以下本明細書において同じ。)で、外径 6 1 を転がり接触面としている。

特開 2001-50264 では、上記形態の転動体 60 の姿勢を安定させるため、少なくともポケット 80 の軸方向の相対する二面（軸方向案内面）81, 81 で拘束して案内する保持器 70 を用いていた（図 37・38）。しかし、この保持器 70 のポケット 80 に転動体 60 を収めるには、事実上軸受を組み立てるときに、少なくとも外輪 30 と内輪 40 のいずれかを分割しなければならない。このため、組み立て時に、分割された外輪 30, 30 の半径方向ずれ等を管理する必要があった。図中、90 は締結ボルトである。また、軌道輪分割構成による軸受の低コスト化が達成し難い大きな課題となっている。

また、上述のような転動体 60 を用いた転がり軸受として DE4334195 がある。しかし、DE4334195 では、内外輪は共に一体型で構成されているが、内輪及び外輪の軌道溝には、何等この外輪と内輪で形成される溝空間内にて転動体を回転させるための特別の構成を有していない。このため、特に予圧が掛かる場合、この溝空間内で転動体を回転させることは困難で、組み立ても事実上困難と思われる。

従来のダイレクトドライブモータでは、図示するような従来のクロスローラ軸受を採用していることに起因して、使用回転速度に上限があった。すなわち、このような軸受構成によると、交互に配した転動体 300 が円筒状のころで、該転動体 300 の転がり接触面 301 と軌道輪 201, 200 の軌道溝 500 との接触状態が線接触となることから、軸受のトルクが大きく発熱も大きいため、使用回転速度に限界がある。

<発明の開示>

本発明は、上述した従来技術の有するこのような問題点に鑑みなされたものであり、その第一の目的とするところは、転動体と軌道溝とのスピン滑りの抑制と共に、転がり抵抗を低くして低トルク化を実現した転がり軸受において、軌道輪一体型であっても転動体の組み込みが容易になし得るものとするところである。

また、この種の軸受で一体型の軌道輪と保持器を組み立てた状態でも転動体の組み込みが容易になし得るものとするところである。

さらに、本発明が第二の目的とするところは、従来のダイレクトドライブモータ

タの機能を損なうことなく高速化に対応し得るものとするものである。

上記第一の課題を達成するために本発明がなした技術的手段は、一対の軌道輪間に複数の転動体が組み込まれ、上記各軌道輪は、転動体の半径より大径状の軌道面からなる軌道溝を夫々有し、少なくとも一つの軌道輪は二つの軌道面からなり、上記各転動体は、転がり接触面となる外径が軸方向にも曲率を持ち、前記軌道輪の周方向に夫々交互に転動体の自転中心軸線が捩れの位置になるように交差状に配されると共に、各転動体の外周面は、常に向かい合う一方の軌道輪の軌道面と他方の軌道輪の軌道面にて夫々一点ずつ合計二点で接触しているものであって、一対の軌道輪は夫々一体型で形成され、該軌道輪のいずれか一方若しくは双方の軌道溝の一部には、所望深さの溝を設けたものである。

また、上記転がり軸受は、さらに前記一対の軌道輪間に、前記複数の転動体を保持する保持器を有し、前記保持器は、前記転動体を保持する夫々のポケットにおいて、軸方向ポケット面は一面のみ有し、この軸方向ポケット面に向かい合う面側は開放されており、該軸方向のポケット面は、前記軌道輪の周方向に互いに交差状に組み込まれる転動体の傾斜の向きに対応して、互いに軸方向の反対側に傾斜状に配列されている。転動体は、少なくとも一平面部を有し、該平面部が前記保持器の軸方向ポケット面と接する。

また、上記転がり軸受は、さらに前記一対の軌道輪間に、前記複数の転動体を保持する保持器を有し、前記保持器は、前記転動体を保持する夫々のポケットにおいて、軸方向ポケット面は一面のみ有し、該軸方向のポケット面は、前記軌道輪の周方向に互いに交差状に組み込まれる転動体の傾斜の向きに対応して、互いに軸方向の反対側に傾斜状に配列されている。転動体が一組の相対面を有する上下切断状玉からなり、転動体の自転中心軸が、夫々の相対面に直交してもよい。

さらに、転動体がカット面を有する片側カット状玉からなり、転動体の自転中心軸が、前記カット面に直交してもよい。

このような技術的手段により、転動体は、内外輪保持器を組み立てた状態でも挿入可能である。そして、挿入された転動体は、軌道溝に小さな溝を設けたことにより、軌道輪が一体型であっても、その軌道輪間で形成される溝空間内で転動

体が回転可能となる。また、保持器ポケットの軸方向の片側が開放しているので、内外輪、保持器を組み込んだ状態で、片側ずつ組み込むことが可能となる。また、このような保持器構成を採用することにより、転動体の軸方向案内面が、従来の二面から一面に減少しているため、転動体を拘束する力が減少する。その結果、保持器と転動体の間に生じる端面摩擦が大幅（約半分）に小さくなるためトルクも減少する。

また、上記第二の課題を達成するために本発明がなした技術的手段は、回転子の内側と外側のいずれか一方若しくは両方に固定子を配置し、回転および負荷を支持するための軸受を備えた構造を有し、減速機を使わずに負荷をモータに直結して駆動できるダイレクトドライブモータにおいて、前記軸受は、上記構成の転がり軸受を使用しているダイレクトドライブモータである。

さらに、回転子の内側と外側のいずれか一方若しくは両方に固定子を配置し、回転および負荷を支持するための軸受を備えた構造を有し、減速機を使わずに負荷をモータに直結して駆動できるダイレクトドライブモータにおいて、上記軸受は、一对の軌道輪間に複数の転動体が組込まれ、上記各軌道輪は転動体の半径より大径状の軌道面からなる軌道溝を夫々有し、その中に少なくとも一つの軌道輪は二つの軌道面からなり、上記各転動体は転がり接触面となる外径が軸方向にも曲率を持ち、前記軌道輪の周方向に夫々交互に転動体の中心軸線が捩れの位置になるように交差状に配されると共に、各転動体の外周面は常に向かい合う一方の軌道輪の軌道面と他方の軌道輪の軌道面にて夫々一点ずつ合計二点で接触しているダイレクトドライブモータである。

このとき、転動体が一組の相対面を有する上下切断状玉からなり、転動体の自転中心軸が、夫々の相対面に直交してもよい。さらに、転動体がカット面を有する片側カット状玉からなり、転動体の自転中心軸が、このカット面に直交してもよい。

<図面の簡単な説明>

図1は、本発明の転がり軸受の第一実施形態を一部省略して示す概略断面図。

図 2 は、本発明の転がり軸受における保持器への転動体組み込み方向を一部省略して示す概略平面図。

図 3 は、本発明の転がり軸受に組み込まれる転動体の一実施形態を示す斜視図。

図 4 は、本発明の転がり軸受に組み込まれる転動体の他の実施形態を示す斜視図。

図 5 は、本発明の転がり軸受に組み込まれる転動体の他の実施形態を示す斜視図。

図 6 は、ダイレクトドライブモーターに本発明の転がり軸受を組み込んだ実施の一形態を一部切欠いて示す概略断面図。

図 7 は、本実施形態の軸受と従来の軸受の軸受トルクとその変動を示す実験結果の図。

図 8 は、本発明に使用される転がり軸受の第二実施形態を示す断面図。

図 9 は、転動体の一実施形態を示す斜視図。

図 10 は、軸受単体での動トルクを測定したデータを示す図。

図 11 は、第三実施形態を一部省略して示す断面図。

図 12 は、第四実施形態を一部省略して示す断面図。

図 13 は、第五実施形態を一部省略して示す断面図。

図 14 は、第六実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 15 は、セパレータの一実施形態を示す拡大斜視図。

図 16 は、第七実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 17 は、転動体の他の実施形態を示す拡大斜視図。

図 18 は、第八実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 19 は、第九実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 20 は、第十実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 21 は、第十一実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 22 は、第十二実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 23 は、保持器の他の実施形態を示す拡大斜視図。

図 24 は、第十三実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 2 5 は、転動体の他の実施形態を示す拡大斜視図。

図 2 6 は、保持器の他の実施形態を一部省略して示す拡大平面図。

図 2 7 は、図 2 6 の保持器の I-I 線断面図。

図 2 8 は、保持器の他の実施形態を示す断面図。

図 2 9 は、保持器の他の実施形態を一部省略して示す拡大平面図。

図 3 0 は、図 2 9 の保持器の II-II 線断面図。

図 3 1 は、第十三実施形態に用いられるセパレータの拡大斜視図。

図 3 2 は、第十四実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 3 3 は、第十五実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 3 4 は、第十六実施形態を一部省略して示す縦断面図。

図 3 5 は、従来のダイレクトドライブモータを一部切欠いて示す概略断面図。

図 3 6 は、クロスローラ軸受の縦断面図。

図 3 7 は、従来の転がり軸受を一部省略して示す概略断面図。

図 3 8 は、従来の転がり軸受における保持器への転動体組み込み方向を一部省略して示す概略平面図。

なお、図中の符号、A は転がり軸受、1 は外輪、2 は内輪、3 は軌道溝、4 は溝（回転用）、5 は転動体、5 a は外径、5 b は平面部、5 f は繋ぎ部、6 は保持器、7 はポケット、7 b は軸方向ポケット面、B は転がり軸受、1 0 1 は外輪、1 0 2 は内輪、1 0 3 は軌道溝、1 0 5 は転動体、1 0 5 a は外径、1 0 5 b は相対面、1 0 5 c は自転中心軸、1 7 は回転子（ロータ）、1 8 は固定子（ステータ）、1 9 はパルサーリング、2 0 は位置検出器、2 1 はコイル。

< 発明を実施するための最良の形態 >

以下、本発明の第一実施形態を図に基いて説明する。なお、本実施形態は本発明の一実施形態にすぎず、これに限定して解釈されるものではなく本発明の範囲内で設計変更可能である。

転がり軸受 A は、図 1 に開示しているように、一体型で成形された軸受軌道輪（軸受外輪）1 の内径と、同じく一体型に成形された軸受軌道輪（軸受内輪）2

の外径に形成される軌道溝 3 に、保持器 6 を介して複数の転動体 5, 5…が組み込まれて構成されている。なお、図中、8 はシール溝で、本実施形態では密封板（シール・シールド）を図示省略しているが、密封板は必要に応じて適宜設けることが出来る。なお、軸受寸法・接触角・転動体径あるいは材質などの諸構成は限定されない。

本実施形態によれば、軌道輪としての外輪 1 と内輪 2 のいずれも一体型で形成されているため、締結ボルトなどの関連部品を含めた軌道輪の製作コスト・組み立て管理および組み立て費が大幅に削減できた。

軌道溝 3 は、転動体 5 の半径よりも大きな半径の軌道面 $1a \cdot 1b$, $2a \cdot 2b$ により形成されている。

また、少なくともいずれか一方の軌道輪の軌道溝が、二つの軌道面から構成されているものであればよく本発明の範囲内で適宜選択される。

各軌道面 $1a \cdot 1b$, $2a \cdot 2b$ の形状は、転動体 5 の転がりに適切な形状を有しているものであれば、断面アーチ状あるいは V 字状等任意で、また曲線状あるいは直線状等のいずれであってもよく特に限定されるものではないが、例えば本実施形態では、円心をクロスに配置した両円弧で形成されている、いわゆるゴシックアーチが適用される。

そして、内輪 2 の軌道溝 3 の一部に、この軌道溝 3 よりも小さな溝 4 を凹設している。

本実施形態では、内輪軌道面 $2a$, $2b$ からなる軌道溝 3 の中心に、周方向に連続する所望深さの断面半円状の小径（例えば溝半径は約 0.8 mm）な溝とする。この溝 4 は、転動体 5 の組み込み時における回転用溝として主に使用される。すなわち、後述する転動体 5 の転がり接触面 $5a$ と平面部 $5b$ との繋ぎ部（交点） $5f$ を、組み込み時に溝 4 内に挿入させることによって、転動体 5 を軌道溝 3 空間内で回転可能とする。なお、溝 4 は、その溝 4 内に潤滑剤を保有させておくことも可能で、軌道面内に備えられる潤滑剤（油、グリースなど）保有機能としての作用もあり、安定した軸受寿命が期待できる。

溝 4 の形状・径方向深さ・軸方向幅は、軌道面を可能な限り大きく取れるよう

に最小限の大きさにするのが好ましいが、転動体 5 の転がり接触面 5 a と平面部 5 b との繋ぎ部 5 f が溝 4 内に一部挿入可能であれば全て本発明の範囲内であり、特に図示形態に限定されず本発明の範囲内で適宜設計変更可能である。例えば 45 度程度の面取り程度でもよい。

また、転動体 5 の周方向配設間隔を考慮すれば、溝 4 は所望長さをもって周方向に断続して設けてもよく本発明の範囲内である。

なお、軌道面 2 a, 2 b との繋ぎ部 2 c のエッジを無くし R 状に形成してもよい。

この溝 4 は、本実施形態では上述の通り内輪 2 の軌道溝 3 にのみ設けているが、外輪 1 の軌道溝 3 に設けてもよく、また外輪 1 と内輪 2 の双方に設けてもよい。

転動体 5 は、転がり接触面となる外径 5 a が軸方向に曲率を持ち、かつ軌道面 1 a・1 b, 2 a・2 b の夫々の半径よりも小径の半径を有する任意形状で、該転動体 5 は、隣接する転動体 5 が夫々交互に交差状に配されると共に、各転動体 5 の外径 5 a が、常に一方の軌道輪 1 の軌道面 1 a・1 b と他方の軌道輪 2 の軌道面 2 b, 2 a にて二点接触している。

転動体 5 は、例えば本実施形態では図 3 に拡大して開示しているように、一組の平面部（本実施形態では相対面）5 b, 5 b を有する上下切断状玉（玉の上下部分を切断して平面部 5 b, 5 b を形成した構造のものをいう。以下同じ。）で、該平面部 5 b, 5 b に垂直する自転中心軸 5 c が夫々交差状となるように夫々の転動体 5, 5 … が組込まれると共に、各転動体 5 の外径 5 a が、常に一方の軌道輪 1 の軌道面 1 a, 1 b と他方の軌道輪 2 の軌道面 2 b, 2 a にて二点接触している。図中 5 f は、転動体 5 の転がり接触面 5 a と平面部 5 b との繋ぎ部（交点）である。

転動体 5 は、その上下の切断幅は特に限定されず、また上下の切断割合は、均等あるいは均等でないものであってもよく、本発明の範囲内で任意に選択可能である。すなわち、本実施形態では、平面部 5 b, 5 b を対称としたが、転動体 5 の平面部 5 b, 5 b は、対称であっても非対称であってもよくいずれも本発明の範囲内である。

また、図 4 に示す非対称の平面部 5 b, 5 d を有する転動体（上下切断状玉）5 の場合、大端側の平面部 5 d が軸受の内輪 2 に向くように配することで、転動体 5 の回転がより安定になり、より低トルクを実現することができる。

転動体 5 の全体形状、相対面 5 b, 5 b の有無や、外径 5 a における軸方向の曲率の大小等は、上記具体的形状に何等限定されるものではなく、本発明の範囲内において任意に変更可能である。すなわち、例えば、平面部 5 b, 5 b に代えて、非平行状の両面（平面部）を備え、該両面に垂直する自転中心軸を有するものとしてもよい（図示省略）。

また、図 5 に示す玉の片側をカット（切断）して一つの平面部（カット面）5 e を設けた片側カット状玉としたものであってもよい。

また、平面部 5 b（5 d, 5 e）は、任意形状であって、適宜最適な形状・大きさに変更・選択できる。

転動体 5, 5…の組込みは、隣り合う転動体 5, 5 における各平面部 5 b・5 b, 5 b・5 b に垂直する自転中心軸 5 c, 5 c が交互に交差状となるようにする。なお、その交差状態は直交状・非直交状のいずれでも構わない。

また、転動体 5 の交差状に配される方式は、両方のなりで数が同じなら、周方向に交互に配されるものでなくともよく特に限定されない。すなわち、転動体 5 が 1 ケ毎に交差してもよく、1 ケ毎に交差しなくとも両方のなりで数が同じなら、2 ケずつ交差あるいは 2 ケ 1 ケ 1 ケ 2 ケ等のように交差していてもよくいずれも本発明の範囲内である。

各転動体 5, 5 の運動は、保持器 6 で案内される（図 2 参照）。

保持器 6 は、転動体 5 を保持案内するポケット（保持部）7…が、周方向に複数個備えられた円環状に形成され、夫々のポケット 7 が、周方向に相対する二面のポケット面（周方向案内面）7 a, 7 a を有すると共に、軸方向は一面のポケット面（軸方向に転動体姿勢を安定させる軸方向案内面）7 b のみ有し、相対する面側は開放（開放面）されており、該軸方向のポケット面 7 b は、互いに交差状に組み込まれる転動体 5 の傾斜の向きに対応して、互いに軸方向の反対側に傾斜状に配列されている。なお周方向のポケット面 7 a の形状は特に限定されず任

意である。

軸方向のポケット面 7 b は、転動体 5 の外輪対向側の平面部 5 b（図 1 で左上方に向いている面）を案内するよう外径 6 a から内径 6 b にわたり傾斜状に形成されている。よって、ポケット 7 の外径側開口 7 c より内径側開口 7 d が広く形成されることとなる。

このポケット面 7 b の傾斜角度は任意で、軌道溝 3 空間内で配される転動体 5 の角度を考慮して決定される。

本実施形態では、円周上で転動体 5 … 数量と同一数量をもって等間隔で設けられると共に、周方向で隣り合うポケット 7 の軸方向ポケット面 7 b は、周方向に交互に交差状に配されており、隣り合う各転動体 5, 5 を上述の通り平面部 5 b・5 b, 5 b・5 b に垂直する自転中心軸 5 c, 5 c が夫々交差状になるように交互に組み込み可能とする。

なお、本実施形態では、円周上で転動体 5 … 数量と同一数量のポケット 7 … が等間隔で、かつ交互に交差状に配されているが、特に限定されず、両方のなりで数が同じなら、2 ケずつ交差あるいは 2 ケ 1 ケ 1 ケ 2 ケ等のように交差していても良く本発明の範囲内である。よって、上述した転動体 5 の配される方式に応じたポケット構成を周方向に設けた保持器とする。

保持器 6 の案内方式は特に限定されるものではなく、内輪案内でも、外輪案内でも、転動体案内でもよい。また、本実施形態では保持器 6 を一体型の構成としているが、特に限定されるものではなく、幾つかの部分から形成したものでも良い。

本実施形態の保持器 6 によれば、外輪 1、内輪 2 と共に組み立てた後、転動体 5 を保持器 6 の開放側より軸受軌道溝 3 空間内へ順次挿入できる。

本実施形態は予圧品であるが、すきま品でもよいことは言うまでもない。

転動体と軌道面との間における予圧の付与される状態は特に限定されず、すなわち、製造段階で予圧が付与されても付与されなくてもよくいずれも本発明の範囲内である。

これら軸受の軌動輪 1, 2 と転動体 5 の材質としては、通常軸受鋼が用いられ

るが、使用環境に応じて耐食性や、耐熱性を向上させる場合にはステンレス鋼やセラミック等が適宜選択される。

また保持器 6 の材料としては、もみ抜き保持器、プレス保持器、樹脂保持器等が適宜選択されるので、例えば黄銅や鉄等の金属や、例えばポリアミド 6 6 (ナイロン 6 6)・ポリフェニレンサルファイド (P P S) 等の合成樹脂が本発明の範囲内で選ばれる。

この実施形態によれば、転動体 5 の外径 5 a が相対する外輪 1 の軌道面 1 b と内輪 2 の軌道面 2 a に夫々点接触 (接触点を 1 1, 1 1 で示す) し、隣接する転動体 5 が外輪 1 の軌道面 1 a と内輪 2 の軌道面 2 b に夫々点接触 (接触点を 1 2, 1 2 で示す) する。転動体 5, 5 の接触角交互に交差するので、一つの軸受でラジアル荷重と両方向のアキシャル荷重、モーメント荷重を受けることができる。

さらに、本実施形態の転がり軸受 A は、図 6 に開示しているようにダイレクトドライブモータに組み込むことにより従来品に比して優れたこの種のモータが提供できる。

図 6 はダイレクトドライブモータの一実施形態を示す概略図で、図中 1 7 は回転子 (ロータ)、1 8 は固定子 (ステータ)、2 1 はコイルを示し、回転子 1 7 と固定子 1 8 との間に転がり軸受 A が組み込まれ、コイル 2 1 に通電することにより、ロータ 1 7 およびパルサーリング 1 9 が回転し、パルサーリング 1 9 の凹凸を位置検出器 2 0 により検出し、制御器 (図示しない) によって回転速度や位置決め制御を行う構造となっている。本実施形態では、モータの外側が回転するアウトロータ型にて説明しているが、モータの内側が回転するインナーロータ型に採用しても何等问题はない。

軸受外輪 1 はロータ 1 7 に嵌合され、パルサーリング 1 9 とともに固定される。一方、軸受内輪 2 はコイル 2 1 の巻かれたステータ 1 8 側に嵌合され、位置検出器 2 0 と共に固定されている。

本実施形態のダイレクトドライブモータは、転がり軸受 A 構成部分を除いて従来のダイレクトドライブモータと同一の周知構成であるため、特に図示例に限定されるものではなく、他の周知構成が本発明の範囲内で適宜設計変更可能である。

このように、ダイレクトドライブモータに内蔵される軸受Aの構成を、上述の実施形態にて説明した本発明の転がり軸受とすることにより、軸受のトルクを従来のクロスローラ軸受よりも小さく出来、発熱が抑えられる。また、前記軸受に予圧を付与することにより剛性が得られる。従って、従来のダイレクトドライブモータの機能を損うことなく、高速化が可能となる。

ここで、第一実施形態の転がり軸受（図1実施形態品）Aと、従来の転がり軸受（図37従来品）の軸受トルクとその変動について比較した実験結果を図7に示す。

試験軸受：外径 ϕ 90×内径 ϕ 60×幅13

転動体数28個（片列14個ずつ）

転動体径 ϕ 6.35，平面部間幅4mm

アキシアルすきま $-15\mu\text{m}$ の予圧品

接触角30度

本実験結果によれば、本実施形態軸受Aの方が従来軸受（図37，38）よりトルクが下がることがわかった。またその軸受トルクの変動が小さいこともわかった。

また、今回の試験軸受は、予圧品のため転動体が全て溝内に挿入されるためには、外輪を加熱によって膨張させ、すきまを持たせた状態で組み付けた。

なお、外輪を加熱することなく転動体を内、外輪の相対変位を利用し、直接溝に押し込んでも可能であることを確認した。但し、挿入時に転動体の転がり接触面に傷がつかないように注意が必要である。

以下、本発明ダイレクトドライブモータのさらなる実施形態を図に基いて説明する。なお、本実施形態は本発明の一実施形態にすぎずなんらこれに限定して解釈されるものではない。

本実施形態のダイレクトドライブモータは、軸受構成部分を除いて図6に示したダイレクトドライブモータと同一の周知構成であるため、以下、本発明の特徴的部分である軸受構成について第二実施形態乃至第十六実施形態に基いて説明する。なお、ダイレクトドライブモータの軸受構成部分を除いた構成にあつては、

特に図示例に限定されるものではなく、他の周知構成が本発明の範囲内で適宜設計変更可能である。

「第二実施形態」

本実施形態に使用される転がり軸受Aは、図8に開示しているように、軸受軌道輪（軸受外輪）101の内径と、軸受軌道輪（軸受内輪）102の外径間に形成される軌道溝103に複数の転動体105、105…が組み込まれて構成されている。そして、軸受外輪101はロータ17に嵌合され、パルサーリング19とともに固定されている。一方、軸受内輪102はコイル21の巻かれたステータ18側に嵌合され、位置検出器20と共に固定されている。

転がり軸受Aは、一方の軌道輪（外輪）101の内径および他方の軌道輪（内輪）102の外径に形成される夫々の軌道面によって所望形状の軌道溝103が形成されており、本実施形態では、軌道輪（外輪）101が幅方向の中央で軸方向に二分割されており、軌道輪（内輪）102は一体のものとした。

なお、軌道輪101、102のいずれか一方あるいは双方共が幅方向の中央で軸方向に二分割されているタイプや、いずれの軌道輪101、102も分割されていないタイプを用いることも本発明の範囲内で可能である。また、二分割タイプは、ボルト・リベット等で一体に組み立てられるものもある。

軌道溝103は、転動体105の半径よりも大きな半径の軌道面101a・101b、102a・102bにより形成されている。また、少なくともいずれか一方の軌道輪の軌道溝が、二つの軌道面から構成されているものであればよく本発明の範囲内で適宜選択される。

各軌道面101a・101b、102a・102bの形状は、転動体105の転がりに適切な形状を有しているものであれば、断面アーチ状あるいはV字状等任意で、また曲線状あるいは直線状等のいずれであってもよく特に限定されるものではないが、例えば本実施形態ではゴシックアーチが適用される。

転動体105は、転がり接触面となる外径105aが軸方向に曲率を持ち、かつ軌道面101a・101b、102a・102bの夫々の半径よりも小径の半径を有する任意形状で、該転動体105は、隣接する転動体105が夫々交互に

交差状に配されると共に、各転動体 105 の外径 105 a が、常に一方の軌道輪 101 の軌道面 101 a・101 b と他方の軌道輪 102 の軌道面 102 b, 102 a にて二点接触している。

転動体 105 は、例えば本実施形態では図 9 に開示しているように、一組の相対面 105 b, 105 b を有する上下切断状玉（玉の上下部分を切断して相対面 105 b, 105 b を形成した構造のものをいう。以下同じ。）で、該相対面 105 b, 105 b に垂直する自転中心軸 105 c が夫々交差状となるように夫々の転動体 105, 105 … が組込まれると共に、各転動体 105 の外径 105 a が、常に一方の軌道輪 101 の軌道面 101 a・101 b と他方の軌道輪 102 の軌道面 102 b, 102 a にて二点接触している。

転動体 105 は、その上下の切断幅は特に限定されず、また上下の切断割合は、均等あるいは均等でないものであってもよく、本発明の範囲内で任意に選択可能である。すなわち、本実施形態では、相対面 105 b, 105 b は対称としたが、転動体 105 の相対面 105 b, 105 b は、対称であっても非対称であってもよくいずれも本発明の範囲内である。

尚、転動体 105 の全体形状、相対面 105 b, 105 b の有無や、外径 105 a における軸方向の曲率の大小等は、上記具体的形状に何等限定されるものではなく、本発明の範囲内において任意に変更可能である。すなわち、例えば、相対面 105 b, 105 b に代えて、非平行状の両面を備え、該両面に垂直する自転中心軸 105 c を有するものとしてもよい。また、転動体 105 は、玉の片側をカット（切断）して一平面（カット面）を設けた片側カット状玉としたものであってもよい。

転動体 105, 105 … の組込みは、隣り合う転動体 105, 105 における各相対面 105 b, 105 b, 105 b・105 b に垂直する自転中心軸 105 c, 105 c が交互に交差状となるようにするが、その交差状態は直交状・非直交状のいずれでも構わない。

転動体 105 の交差状に配される方式は、両方のなりで数が同じなら、特に限定されず、すなわち、転動体 105 が 1 ヶ毎に交差してもよく、1 ヶ毎に交差し

なくとも両方のなりで数が同じなら、2ヶずつ交差あるいは2ヶ1ヶ1ヶ2ヶ等のように交差していてもよくいずれも本発明の範囲内である。

各転動体105, 105の運動は、保持器106で案内される。

保持器106は、転動体105を保持案内する保持部107…を有する形状であれば、特に限定されるものではなく本発明の範囲内で任意に選択変更可能である。

保持器106の案内方式は特に限定されるものではなく、内輪案内でも、外輪案内でも、転動体案内でもよい。また、保持器106の構成は特に限定されるものではなく、一体型でも、幾つかの部分から形成したものでも良い。

例えば、保持器106は、隣り合う各転動体105, 105を上述の通り対面105b, 105b, 105b・105bに垂直する自転中心軸105c, 105cが夫々交差状になるように交互に組み込み可能な保持部107, 107…を、周方向に交互に形成している。

転動体と軌道面との間における予圧の付与される状態は特に限定されず、すなわち、製造段階で予圧が付与されても付与されなくてもよくいずれも本発明の範囲内である。

これら軸受の軌動輪101, 102と転動体105の材質としては、通常軸受鋼が用いられるが、使用環境に応じて耐食性や、耐熱性を向上させる場合にはステンレス鋼やセラミック等が適宜選択される。

また保持器106の材料としては、もみ抜き保持器、プレス保持器、樹脂保持器等が適宜選択されるので、例えば黄銅や鉄等の金属や、例えばポリアミド66(ナイロン66)・ポリフェニレンサルファイド(PPS)等の合成樹脂が本発明の範囲内で選ばれる。

この第二実施形態によれば、転動体105の外径105aが相対する外輪101の軌道面101aと内輪102の軌道面102bに夫々点接触(接触点を111, 111で示す)し、隣接する転動体105が外輪101の軌道面101bと内輪102の軌道面102aに夫々点接触(接触点を112, 112で示す)する。転動体105, 105の接触角交互に交差するので、一つの軸受でラジアル

荷重と両方向のアキシャル荷重、モーメント荷重を受けることができる。

図10に、軸受単体での動トルクを測定したデータを示す。図中黒く塗りつぶした菱形部分はクロスローラ軸受（従来品）を示し、網掛け状の四角形部分は本発明に使用される転がり軸受を示す。

試験軸受：内径 $\phi 120 \times$ 外径 $\phi 170 \times$ 幅25

荷重条件：モーメント荷重162 N・m

本データから判るように、上記本発明を構成する転がり軸受の構成により、軸受のトルクを従来のクロスローラ軸受よりも小さくすることが可能である。

従って、転動体と軌道輪の接触状態が点接触となり、接触幅が小さくなることにより、トルクが小さくなり発熱も抑えられることから使用回転速度範囲を広く出来る。さらに、上記軸受に予圧を付与することにより剛性も得られる。よって、従来のダイレクトドライブモータの機能を損うことなく、高速化が可能となる。

「第三実施形態」

図11は、第三実施形態を示す。本実施形態は、外輪101を一体、内輪102を二分割とすると共に、二分割された内輪102、102がボルト又はリベット104で固定され、予圧又はすきまの調整が要らないようにする。その他の構成及び作用効果は第二実施形態と同一である。

「第四実施形態」

図12は、第四実施形態を示す。本実施形態は、第二実施形態における外輪101が二分割、内輪102が一体タイプのものに代えて、外輪101が一体、内輪102が二分割タイプとする。その他の構成及び作用効果は第二実施形態と同一である。

「第五実施形態」

図13は第五実施形態を示す。本実施形態は、第二実施形態における分割された外輪101、101がボルト又はリベット104で固定され、予圧又はすきまの調整が要らないようにする。その他の構成及び作用効果は第二実施形態と同一である。

「第六実施形態」

図 1 4 は、第六実施形態を示す。本実施形態は、外輪 1 0 1 と内輪 1 0 2 をそれぞれ一体に形成し、外輪 1 0 1 に転動体入り穴が付いており、また第二実施形態における保持器 1 0 6 の代わりとして、図 1 5 に拡大して示したようなセパレータ（スペーサ） 1 0 8 で転動体 1 0 5， 1 0 5 を案内する。

このような構造により、軸受はもっとコンパクトできるようになる。

その他の構成及び作用効果は第二実施形態と同一である。

セパレータ 1 0 8 は、転動体 1 0 5 の直径よりも小径状で、隣接して保持する各転動体 1 0 5， 1 0 5 を上述の通り相対面 1 0 5 b， 1 0 5 b， 1 0 5 b・1 0 5 b に垂直する自転中心軸 1 0 5 c， 1 0 5 c が夫々交差状になるように保持する凹状円弧溝 1 0 9， 1 0 9 を、相対面 1 1 0， 1 1 0 に交差状に形成している。

この円弧溝 9 の曲率は、転動体外径 1 0 5 a の曲率と略同一、あるいは大きいものとしてもよく任意である。

「第七実施形態」

図 1 6 は、第七実施形態を示す。本実施形態は、高速回転の場合に用いられる。第四実施形態における対称の相対面 1 0 5 b， 1 0 5 b を有する転動体 1 0 5 の代わりに、図 1 7 に示した非対称の相対面 1 0 5 b， 1 0 5 d を有する転動体（上下切断状玉） 1 0 5 を使い、且つ、大端側の相対面 1 0 5 d が軸受の内輪 1 0 2 に向くように配することで、転動体 1 0 5 の回転がより安定になり、より低トルクを実現することができる。

その他の構成及び作用効果は第四実施形態と同一である。

「第八実施形態」

図 1 8 は、第八実施形態を示す。本実施形態は、第七実施形態における二分割された内輪 1 0 2， 1 0 2 がボルト又はリベット 1 0 4 で固定され、予圧又はすきまの調整が要らないようにする。

その他の構成及び作用効果は第七実施形態と同一である。

「第九実施形態」

図 1 9 は、第九実施形態を示す。本実施形態は、第七実施形態における外輪 1

01が一体、内輪102, 102が二分割のタイプに代わりに、外輪101, 101が二分割、内輪102が一体タイプとする。

その他の構成及び作用効果は第七実施形態と同一である。

「第十実施形態」

図20は、第十実施形態を示す。本実施形態は、第九実施形態における二分割された外輪101, 101がボルト又はリベット104で固定され、予圧又はスキマの調整が要らないようにする。その他の構成及び作用効果は第七実施形態と同一である。

「第十一実施形態」

図21は、第十一実施形態を示す。本実施形態は、第七実施形態における保持器106の代わりとして、図15に示したようなセパレータ（スペーサ）108で転動体105, 105を案内する。このような構造により、軸受はもっとコンパクトできるようになる。

その他の構成及び作用効果は第七実施形態と同一である。

「第十二実施形態」

図22及び図23は、第十二実施形態を示す。本実施形態は、第二実施形態などで用いていた保持器106に代えて、図23に示すようなもみ抜き保持器（円環状保持器）106を用いた実施の一例で、該保持器106によって各転動体105…の姿勢保持を図る。

保持器106は、隣り合う各転動体105, 105を相対面105b, 105b, 105b・105bに垂直する自転中心軸105c, 105cが夫々交差状になるように交互に組み込み可能な保持部（ポケット）113…を、円環体の円周上で転動体105…数量と同一数量をもって等間隔で、かつ交互に交差状に配して構成されている。

各保持部113…の軸方向の両側面113a, 113bは、交互に平行しかつ軸受の回転軸と垂直でも平行でもなく、転動体105の接触角と同等レベルの一定の角度（傾斜状）となっている。

各保持部113…の軸方向の両側面113a, 113b間の距離は、転動体1

05の幅よりやや大きく構成されている。

上記保持部113の形状は、傾斜状の平行な両側面113a, 113bを有すると共に、両側面113a, 113b間の距離を転動体105の幅よりもやや大きく形成されているものであれば、そのポケット全体形状は特に限定解釈されるものではなく本発明の範囲内で変更可能である。

なお、本実施形態では、円周上で転動体105…数量と同一数量のポケット113…が等間隔で、かつ交互に交差状に配されているが、特に限定されず、両方のなりで数が同じなら、2ヶずつ交差あるいは2ヶ1ヶ1ヶ2ヶ等のように交差していても良く本発明の範囲内である。

種々の因子の影響により、回転中の転動体にはスピン又はスキューが発生する可能性があり、転動体の姿勢が上手く制御できないと、軸受の回転抵抗が大きくなったり、スムーズに回転できなくなったりする可能性がある。

従って、本実施形態によれば、保持器106のポケット113が、転動体105の接触角と同等レベルの一定角度と大体同じとした平行状両側面113a, 113bを備え、該ポケット両側面113a, 113bにより、転動体105のスピン、スキューなどによる転動体105の姿勢変化が抑えられ、軸受の姿勢保持ができるため、軸受の低トルク化を実現することができる。

その他の構成及び作用効果は、第二実施形態乃至第五実施形態および第七実施形態乃至第十実施形態と同一である。

「第十三実施形態」

図24は、第十三実施形態を示す。

本実施形態では、外輪101が二分割されて二つの軌道面101a・101bを有し、内輪102が一体で一つの軌道面102aからなり、転動体として図25に示す片側カット状玉を使用する。上述の通り本実施形態では、転動体105の半径よりも大径状の半径を有している二つの軌道面101a・101bからなるゴシックアーチとした。なお、図中14は密封板（シール・シールド）を示す。

転動体105は、転がり接触面となる外径105aが軸方向に曲率を持ち、かつ軌道輪101, 102における軌道面101a（101b）, 102aの夫々の

半径よりも小径の半径を有する片側カット状玉の外形を有している。

該転動体 105 は、隣り合う転動体 105 が夫々交互に交差状に配されると共に、各転動体 105 の外径 105 a が、常に一方の軌道輪 101 の軌道面 101 a (101 b) と他方の軌道輪 102 の軌道面 102 a にて二点接触している。

転動体 105 は、例えばカット面 105 e に垂直する自転中心軸 105 c が夫々交差状となるように夫々の転動体 105, 105…が組込まれると共に、各転動体 105 の外径 105 a が、常に一方の軌道輪 101 の軌道面 101 a (101 b) と他方の軌道輪 102 の軌道面 102 a にて二点接触している。

転動体 105 は、その片側のカット面 105 e のカット (切断) 幅は特に限定されず、またカット面 105 e 形状も特にフラット面に限定されるものでなく、本発明の範囲内で任意に選択可能である。一般的に、同じサイズの転動体に対して、ころより玉 (ボール) のほうが低コスト、高精度で作ることができる。

転動体の形状が完全な玉 (ボール) に近いほど製造コストは安いが、本実施形態の転動体 105 は外形が片側カット状玉であり、上下切断状玉の転動体より加工部分が少なくなり、より低コストで作ることができる。

保持器 106 は、図 26 に示すように、隣り合う各転動体 105, 105 を上述の通りカット面 105 e, 105 e に垂直する自転中心軸 105 c, 105 c が夫々交差状になるように交互に組み込み可能な保持部 (ポケット) 107, 107…を、周方向に交互に形成している。保持部 107 は、転動体よりも僅かに大径状の円弧面 107 a と、該円弧面 107 a の端部間を結ぶフラット面 (傾斜面) 107 c とで平面視ドーム状に構成されており、外径 106 a 側の一边 107 b と内径 106 b 側の一边 107 b とは、外径 106 a 側から内径 106 b 側に向けてフラット面 107 c で連絡し、外径 106 a 側の開口幅 w_1 よりも内径 106 b 側の開口幅 w_2 を大径に構成している (図 26・図 27)。

そして、周方向に隣り合う各保持部 107 の円弧面 107 a の中心は、同一の円周上に配されて、平面視幅方向に外径 106 a 側の一边 107 b の位置をずらして配されている。すなわち、周方向に隣り合う各ポケット 107 は、その傾斜面 107 c が各保持部 107 毎に交互左右に配される (図 26 参照)。

従って、本実施形態に示す保持器 106 を使用すると、各保持部 107 に配される転動体 105 は、隣り合う夫々の転動体 105、105 の自転中心軸 105c、105c が交互に交差状となるように、夫々のカット面 105e、105e が外径 106a 側、すなわち外輪 101 側に向くように保持される。

また、図 28 に示すように、フラット面 107c の延長線上に同傾斜状に外径 106a に立上げ形成される片側倒れ防止片 107d を設ける構造を採用することも可能である。該片側倒れ防止片 107d は特に図示形状に限定されるものではなく、転動体 105 の回転に影響のない程度の構成であれば本発明の範囲内である。

また図 29・図 30 に示す保持器 106 構造を採用することも可能である。

本図示形態では、保持部 107 が平面視矩形状に構成され、周方向に延びる外径 106a 側の一边 107e と、その下方内径 106b 側に存する一边 107e とは外径 106a 側から内径 106b 側に向けてフラット面 107c で連絡し、外径 106a 側の開口幅 w_1 よりも内径 106b 側の開口幅 w_2 を大径に構成している。

そして、周方向に配される各保持部 107 は、平面視幅方向に交互に位置をずらして配される。すなわち、周方向に隣り合う各保持部 107 は、そのフラット面 107c が各保持部 107 毎に交互左右に配される（図 29）。本形態の保持器 106 とすれば、図 26 の保持器 106 よりもグリース保持空間が大きく取れる。その他の作用効果は図 26 に示す保持器形態と同様である。

また、図 31 に示すような凹面 115 を有するセパレータ（スペーサ）108 を配するものであっても本発明の範囲内である。

セパレータ 108 は、転動体 105 の直径よりも小径状で、隣接して保持する各転動体 105、105 を上述の通りカット面 105e、105e に垂直する自転中心軸 105c、105c が夫々交差状になるように保持する凹面 115、115 を、相対面 116、116 に交差状に形成している。すなわち、凹面 115 の段部 115a に転動体のカット面 105e を対向せしめて保持する。なお、本実施形態に示すセパレータ形状は一実施形態にすぎず、何等限定されることなく

任意に設計変更可能である。

従って、この第十三実施形態によれば、ラジアル荷重、両方向のアキシアル荷重、モーメント荷重など任意種類の荷重を負荷する場合に、転動体 105 の外径 105a が相対する外輪 101 の軌道面 101b と内輪 102 の軌道面 102a に夫々点接触（接触点を 111, 111 で示す）し、そして隣り合う転動体 105 が外輪 101 の軌道面 101a と内輪 102 の軌道面 102a に夫々点接触（接触点を 112, 112 で示す）する。

転動体 105, 105 の接触角交互に交差するので、一つの軸受でラジアル荷重と両方向のアキシアル荷重、モーメント荷重を受けることができる。

転動体 105, 105 と外内輪 101, 102 との接触形式は一般の玉軸受と同じなので、クロスローラに比べ、転がり抵抗が低く、低トルクを実現することができる。

「第十四実施形態」

図 32 は第十四実施形態を示す。

本実施形態では、外輪 101 が一体で一つの軌道面 101a を有し、内輪 102 が二分割されて二つの軌道面 102a・102b からなり、転動体 105 はフラット面 105c が内輪 102 側に向かい、円周上にそれぞれ交互に交差状に配置する。

従って、ラジアル荷重、両方向のアキシアル荷重、モーメント荷重など任意種類の荷重を負荷する場合に、隣り合う一方の転動体 105 は相対向する外輪軌道面 101a と内輪軌道面 102a に点接触し、他方隣り合う転動体 105 は相対向する外輪軌道面 101a と内輪軌道面 102b に点接触する。

その他の構成及び作用効果は第十三実施形態と同一である。

本実施形態においては、第十三実施形態にて使用された保持器 106 の保持部 107 形状が表裏逆の形状としている（図 32 参照）。

すなわち、外径 106a 側の開口幅 w_1 が内径 106b 側の開口幅 w_2 よりも大径に構成し、フラット面 107c が外径 106a 方向に向いている形態の保持器 106 を使用する。

また、本実施形態では、外輪 101 が二分割されていないタイプをもって説明するが、二分割されるタイプをもって本実施形態としてもよく、また、内輪 102 を分割しないタイプとすることも可能である。

「第十五実施形態」

図 33 は第十五実施形態を示す。

本実施形態では、外輪 101 が二分割され、内輪 102 が一体で、かつそれぞれ二つの軌道面 101a・101b, 102a・102b を有し、転動体 105 はカット面 105e が外輪 101 側に向かい、円周上にそれぞれ交互に交差状に配置する。

従って、アキシアル荷重、モーメント荷重を受ける場合に、隣り合う一方の転動体 105 は相対向する外輪軌道面 101a と内輪軌道面 102b に点接触し、他方隣り合う転動体 105 は相対向する外輪軌道面 101b と内輪軌道面 102a に点接触する。また、ラジアル荷重を受ける場合に、負荷条件により、転動体と軌道輪合計三点で接触するケースがある。

本実施形態は、内輪 102 が二つの軌道面 102a・102b を有するものとした点以外を除き、その他の構成及び作用効果は第十三実施形態と同一である。また、本実施形態では、内輪 102 が二分割されていないタイプをもって説明するが、二分割されるタイプをもって本実施形態としてもよく、また、外輪 101 を分割しないタイプとすることも可能である。

「第十六実施形態」

図 34 は第十六実施形態を示す。

本実施形態では、外輪 101 が一体で、内輪 102 が二分割され、かつそれぞれ二つの軌道面 101a・101b, 102a・102b を有し、転動体 105 はカット面 105e が内輪 102 側に向かい、円周上にそれぞれ交互に交差状に配置する。

従って、アキシアル荷重、モーメント荷重を受ける場合に、隣り合う一方の転動体 105 は相対向する外輪軌道面 101a と内輪軌道面 102b に点接触し、他方隣り合う転動体 105 は相対向する外輪軌道面 101b と内輪軌道面 102

aに点接触する。また、ラジアル荷重を受ける場合に、負荷条件により、転動体と軌道輪合計三点で接触するケースがある。

本実施形態は、外輪101が二つの軌道面101a・101bを有するものとした点以外を除き、その他の構成及び作用効果は第十四実施形態と同一である。また、本実施形態では、外輪101が二分割されていないタイプをもって説明するが、二分割されるタイプをもって本実施形態としてもよく、また、内輪102を分割しないタイプとすることも可能である。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2002年1月11日出願の日本特許出願（特願2002-005034）、2002年12月9日出願の日本特許出願（特願2002-357237）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

<産業上の利用可能性>

本発明は、上述の通りの構成としたため次の作用効果を奏する。

- ①従来のように、一对の軌道輪のうちいずれか一方を少なくとも分割する構成としなくとも、転動体の組み込みがなし得るため、軌道輪の製作コスト・組み立て管理および組み立て費が大幅に削減できた。
- ②軌道輪のいずれもが分割構成としないため、分割構成とするときに要する締結用のボルト・リベットなどの関連部品が不要となり、部品削減が図れた。その結果、これらに要していた製作コスト・製作手間、および管理などが削減できた。
- ③一体型で加工された軌道輪の加工精度を損なうことなく軸受とすることができるため、軸受精度を高く維持できる。
- ④本発明を構成する保持器によれば、一对の軌道輪・保持器を組み立てた後に、各ポケットにおける開放側を介して軸方向から転動体を容易に組み込むことができる。
- ⑤軌道溝に設けた溝は、転動体組み込み時の転動体回転用としての機能を有する

と共に、軌道面内に、油・グリースなどの潤滑剤の保有機能も有するため、安定した軸受寿命が期待できる。

また、本発明は、ダイレクトドライブモータに内蔵される軸受の構成を、一対の軌道輪間に複数の転動体が組込まれ、上記各軌道輪は転動体の半径より大径状の軌道面からなる軌道溝を夫々有し、その中に少なくとも一つの軌道輪は二つの軌道面からなり、上記各転動体は転がり接触面となる外径が軸方向にも曲率を持ち、円周上に夫々交互に交差状に配されると共に、各転動体の外径が常に相対する一方の軌道輪の軌道面と他方の軌道輪の軌道面にて夫々一点づつ合計二点で接触するものとし、且つ前記軸受に予圧を付与したことにより、軸受のトルクを従来のクロスローラ軸受よりも小さく出来、発熱が抑えられる。また、前記軸受に予圧を付与することにより剛性が得られる。従って、従来のダイレクトドライブモータの機能を損うことなく、高速化が可能となる。

請 求 の 範 囲

1. 一対の軌道輪間に複数の転動体が組み込まれ、

上記各軌道輪は、転動体の半径より大径状の軌道面からなる軌道溝を夫々有し、少なくとも一つの軌道輪は二つの軌道面からなり、

上記各転動体は、転がり接触面となる外径が軸方向にも曲率を持ち、前記軌道輪の周方向に夫々交互に転動体の自転中心軸線が捩れの位置になるように交差状に配されると共に、各転動体の外周面は、常に向かい合う一方の軌道輪の軌道面と他方の軌道輪の軌道面にて夫々一点ずつ合計二点で接触しているものであって、

一対の軌道輪は夫々一体型で形成され、

該軌道輪のいずれか一方若しくは双方の軌道溝の一部には、所望深さの溝を設けたことを特徴とする転がり軸受。

2. 前記転がり軸受は、さらに前記一対の軌道輪間に、前記複数の転動体を保持する保持器を有し、

前記保持器は、前記転動体を保持する夫々のポケットにおいて、軸方向ポケット面は一面のみ有し、この軸方向ポケット面に向かい合う面側は開放されており、該軸方向のポケット面は、前記軌道輪の周方向に互いに交差状に組み込まれる転動体の傾斜の向きに対応して、互いに軸方向の反対側に傾斜状に配列されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の転がり軸受。

3. 前記転がり軸受は、さらに前記一対の軌道輪間に、前記複数の転動体を保持する保持器を有し、

前記保持器は、前記転動体を保持する夫々のポケットにおいて、軸方向ポケット面は一面のみ有し、該軸方向のポケット面は、前記軌道輪の周方向に互いに交差状に組み込まれる転動体の傾斜の向きに対応して、互いに軸方向の反対側に傾斜状に配列されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の転がり軸

受。

4. 前記転動体は、少なくとも一平面部を有し、該平面部が前記保持器の軸方向ポケット面と接することを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の転がり軸受。

5. 回転子の内側と外側のいずれか一方若しくは両方に固定子を配置し、回転および負荷を支持するための軸受を備えた構造を有し、減速機を使わずに負荷をモータに直結して駆動できるダイレクトドライブモータにおいて、前記軸受は、請求の範囲第1項から第4項のいずれかに記載の転がり軸受であることを特徴とするダイレクトドライブモータ。

6. 回転子の内側と外側のいずれか一方若しくは両方に固定子を配置し、回転および負荷を支持するための軸受を備えた構造を有し、減速機を使わずに負荷をモータに直結して駆動できるダイレクトドライブモータにおいて、上記軸受は、一对の軌道輪間に複数の転動体が組込まれ、上記各軌道輪は転動体の半径より大径状の軌道面からなる軌道溝を夫々有し、その中に少なくとも一つの軌道輪は二つの軌道面からなり、上記各転動体は転がり接触面となる外径が軸方向にも曲率を持ち、前記軌道輪の周方向に夫々交互に転動体の中心軸線が振れる位置になるように交差状に配されると共に、各転動体の外周面は常に向かい合う一方の軌道輪の軌道面と他方の軌道輪の軌道面にて夫々一点ずつ合計二点で接触していることを特徴とするダイレクトドライブモータ。

7. 前記転動体が一組の相対面を有する上下切断状玉からなり、転動体の自転中心軸が、夫々の相対面に直交することを特徴とする請求の範囲第6項に記載のダイレクトドライブモータ。

8. 転動体がカット面を有する片側カット状玉からなり、転動体の自転中

心軸が、前記カット面に直交することを特徴とする請求の範囲第 6 項に記載のダイレクトドライブモータ。

図 1

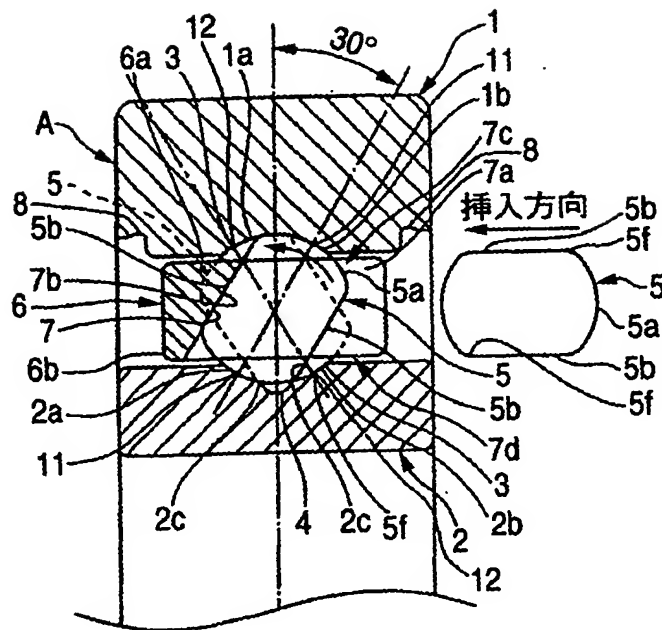


図 2

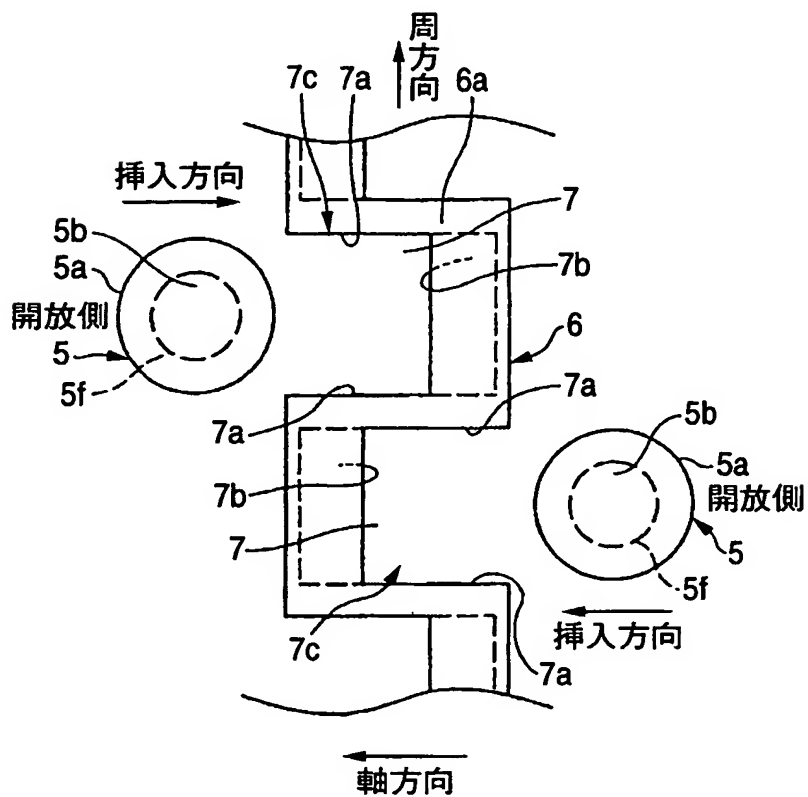


図 3

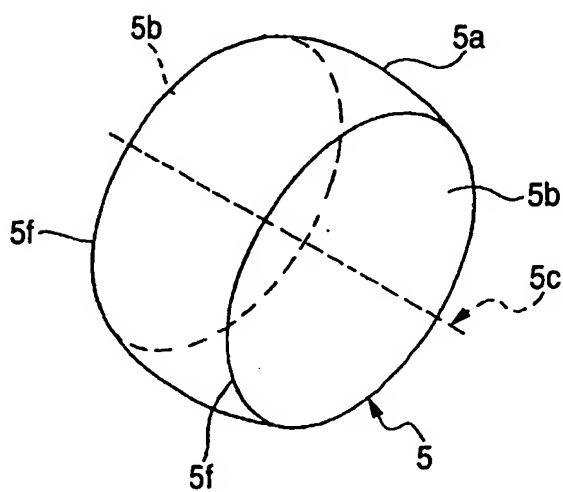


図 4

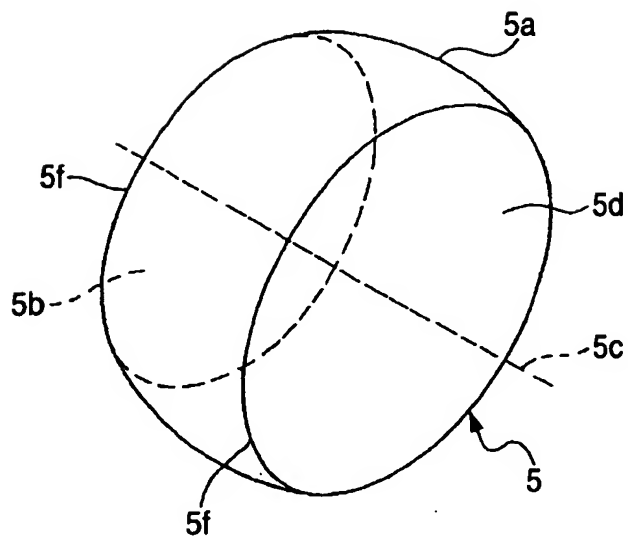


図 5

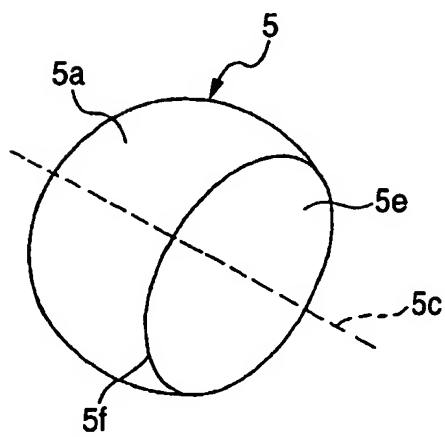


図 6

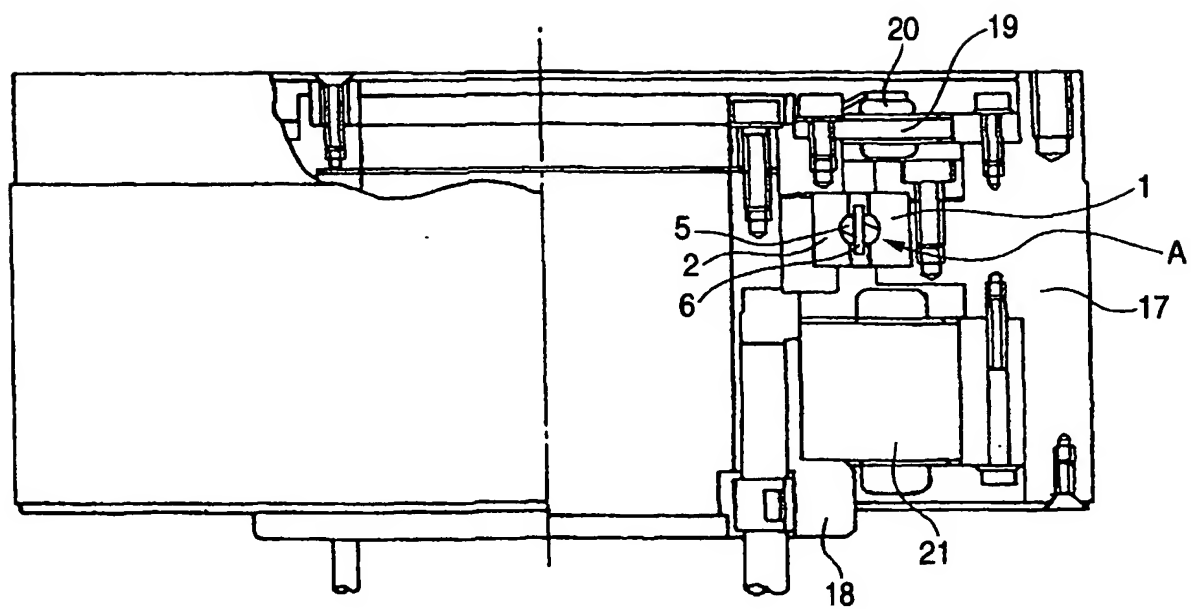
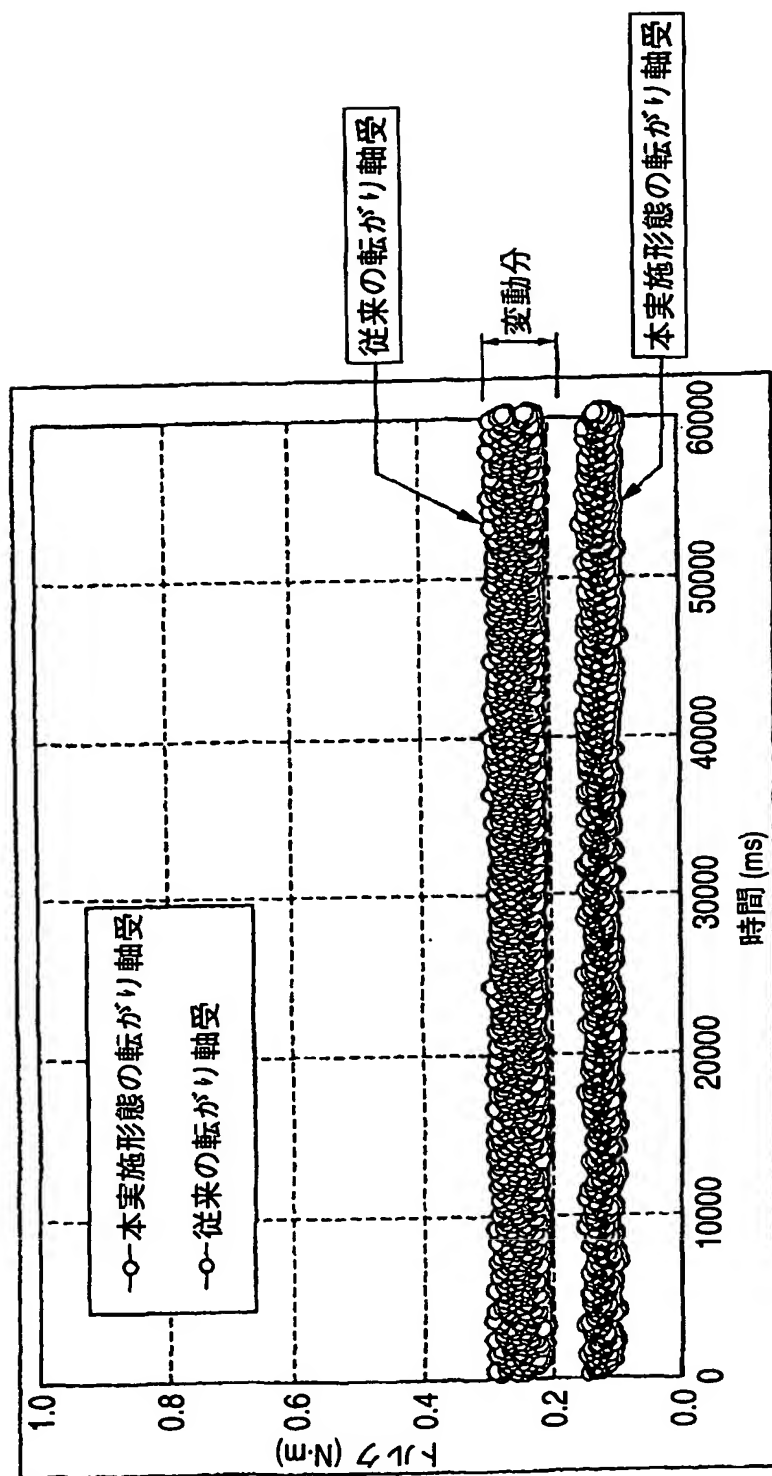


図7



本実施形態の転がり軸受と従来の転がり軸受のトルク比較

図 8

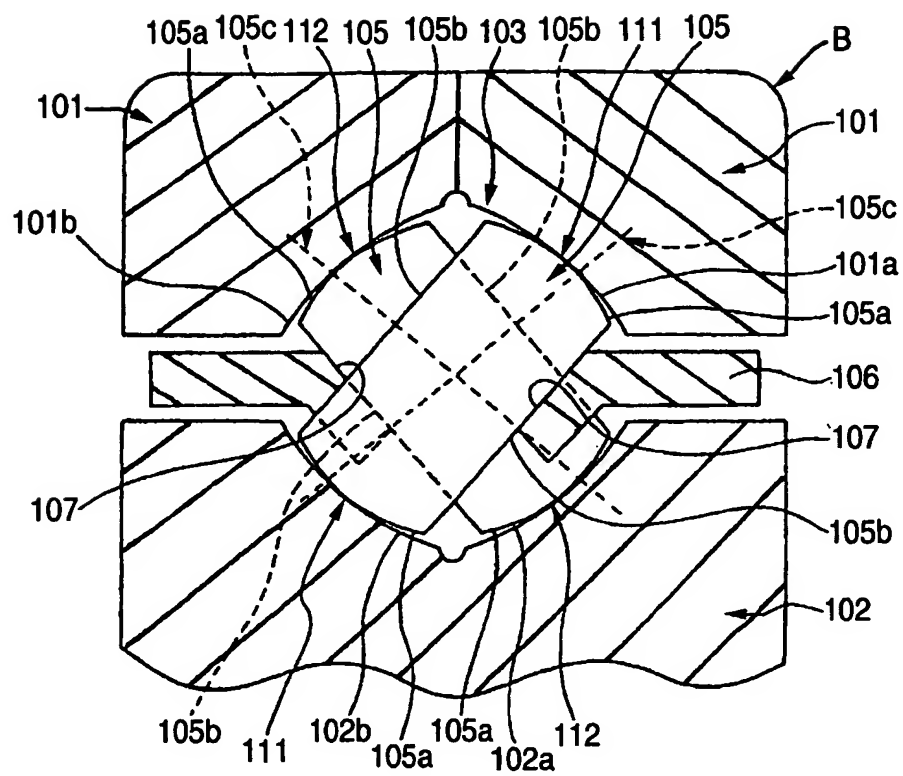


図 9

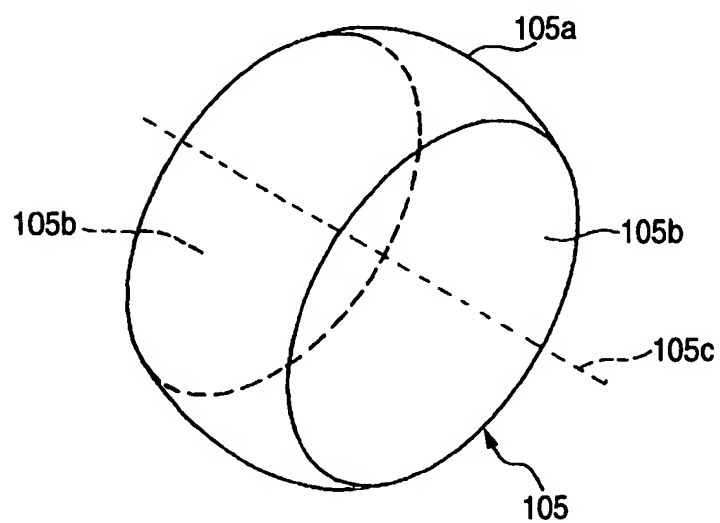


図 10

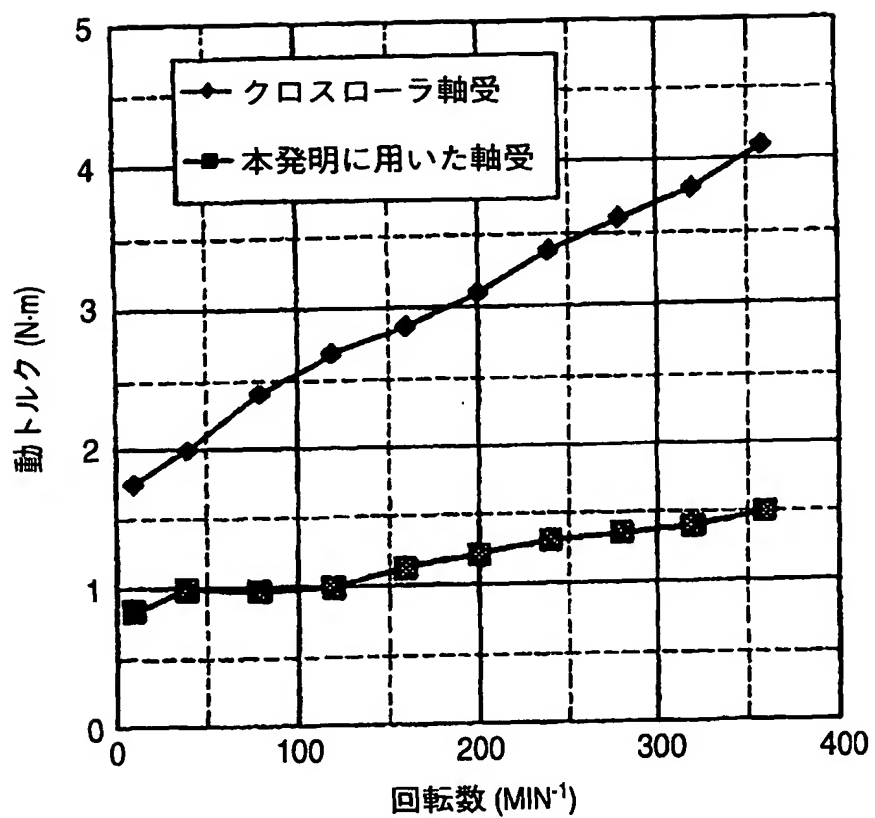


图 11

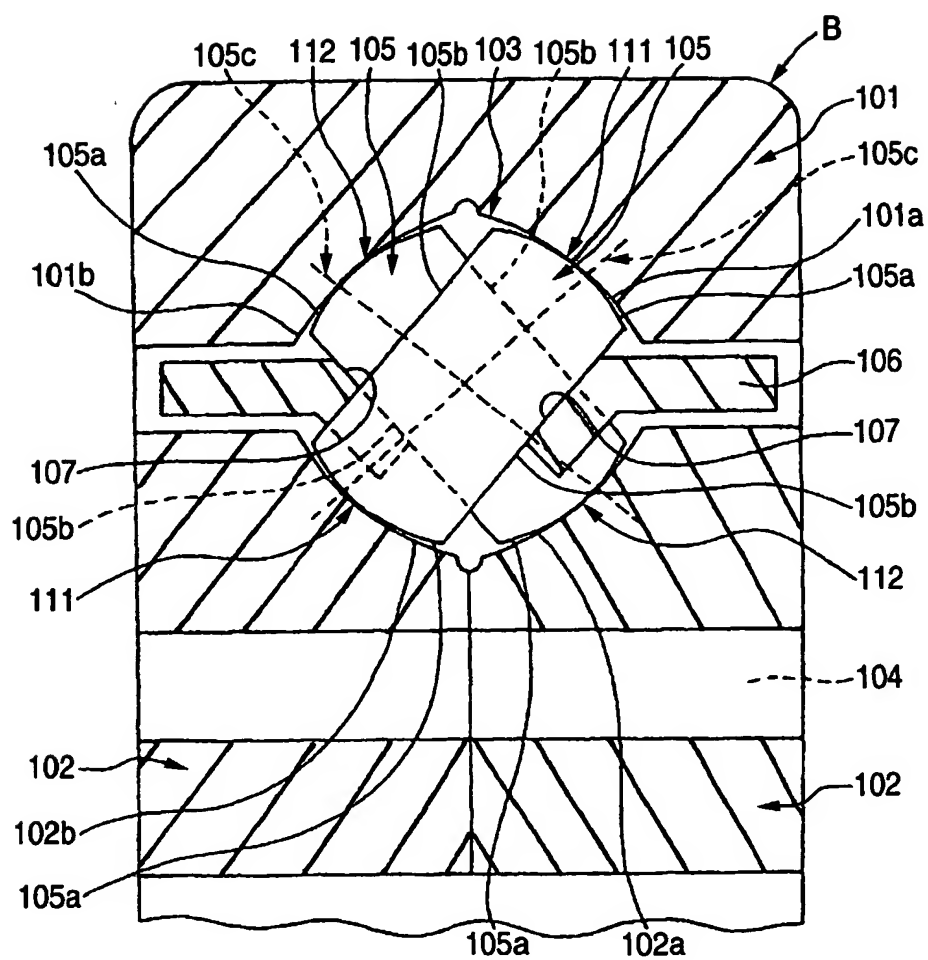


図 12

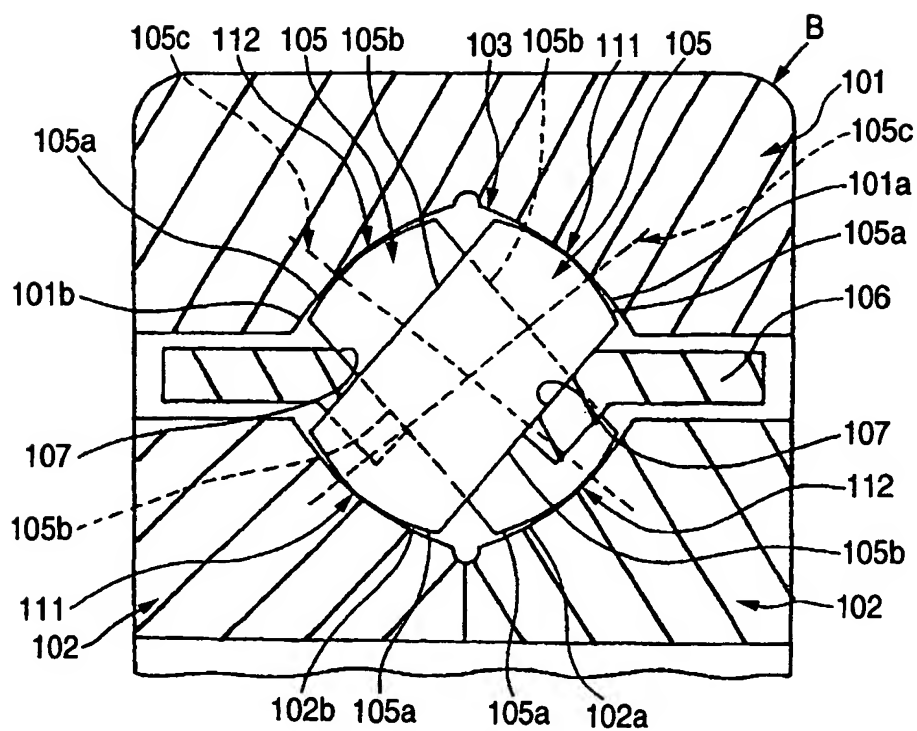


図 13

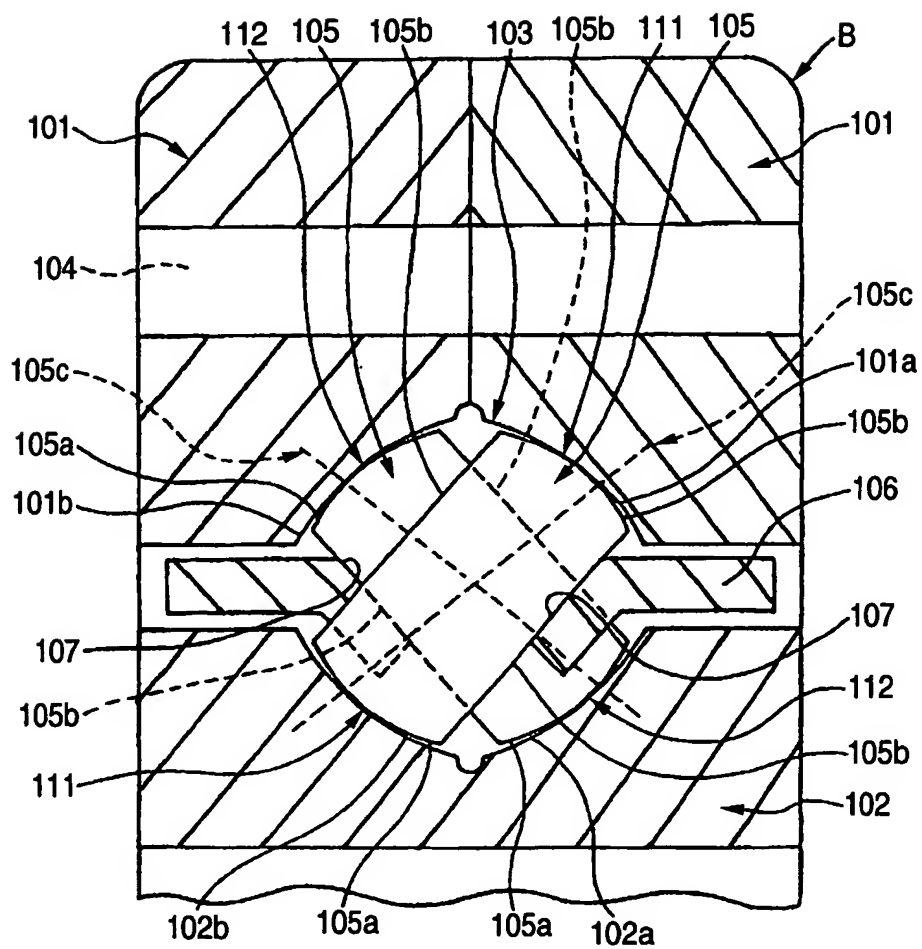


図 14

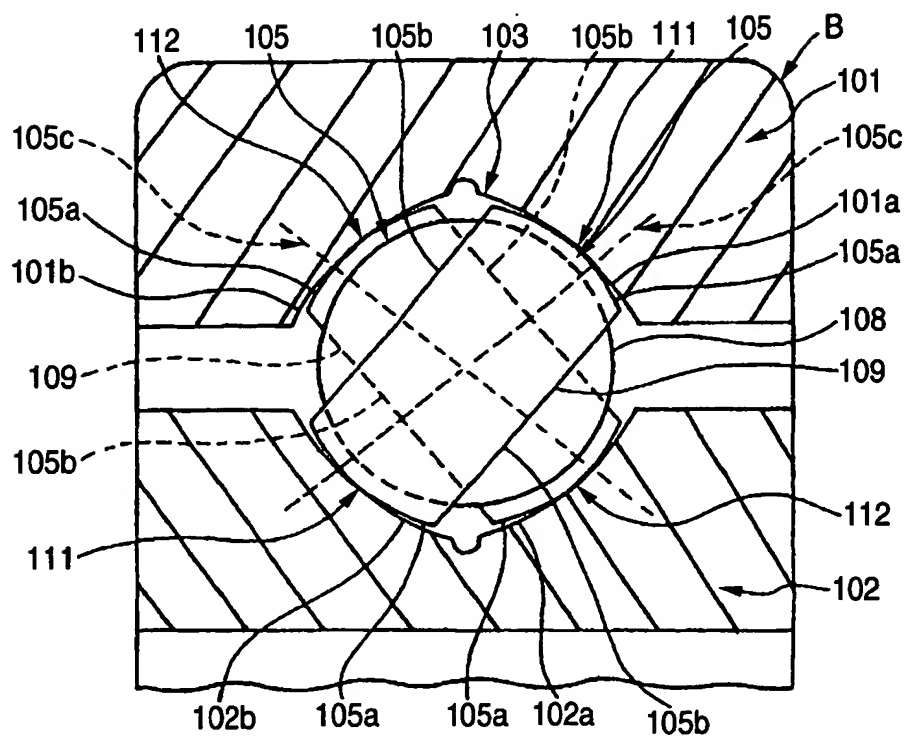


図 15

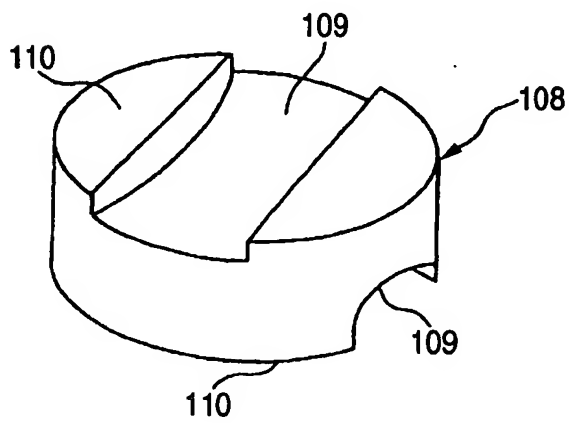


図 16

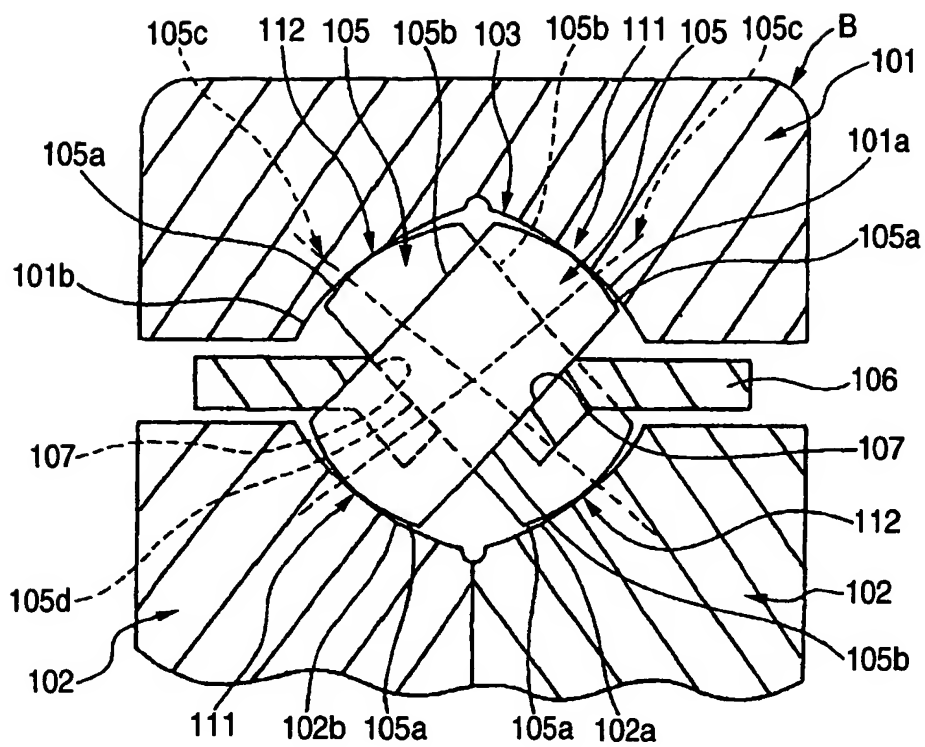


図 17

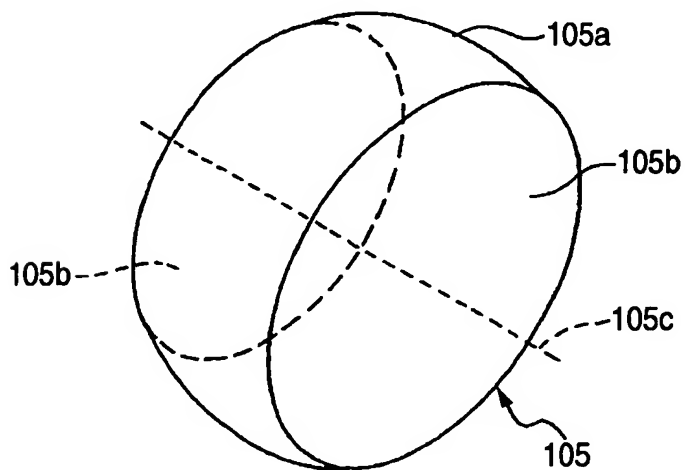


図 20

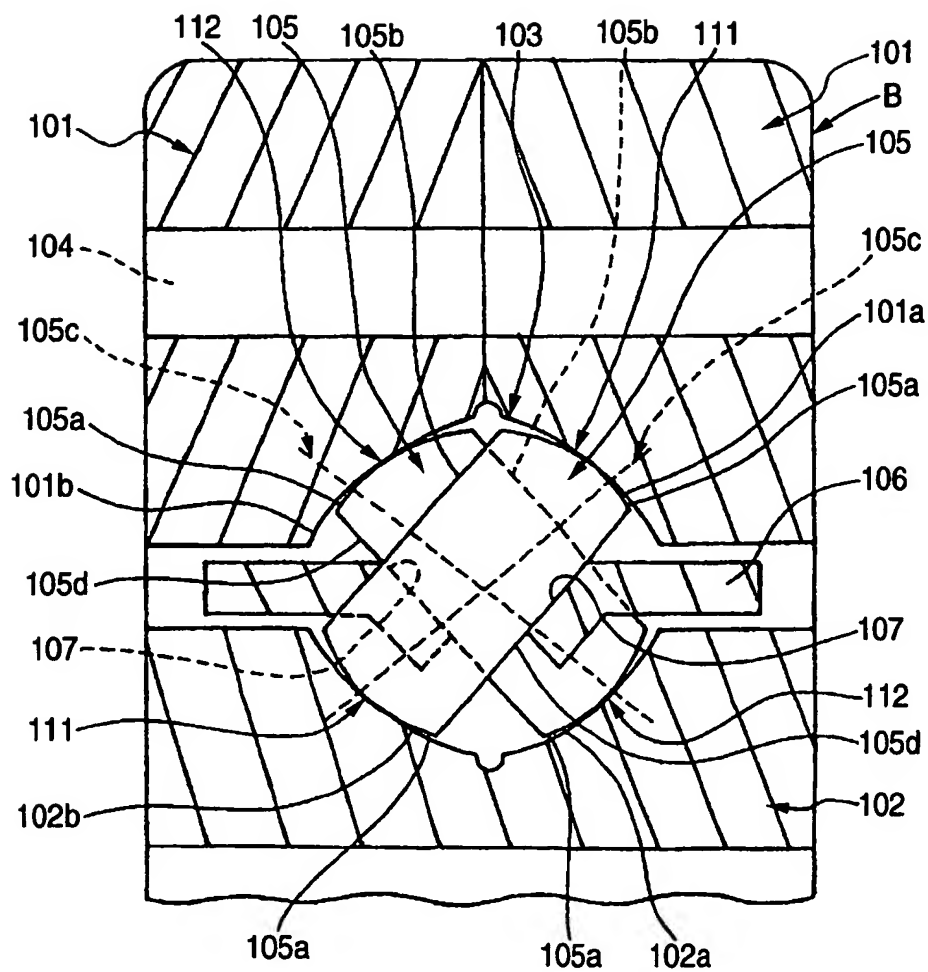


図 22

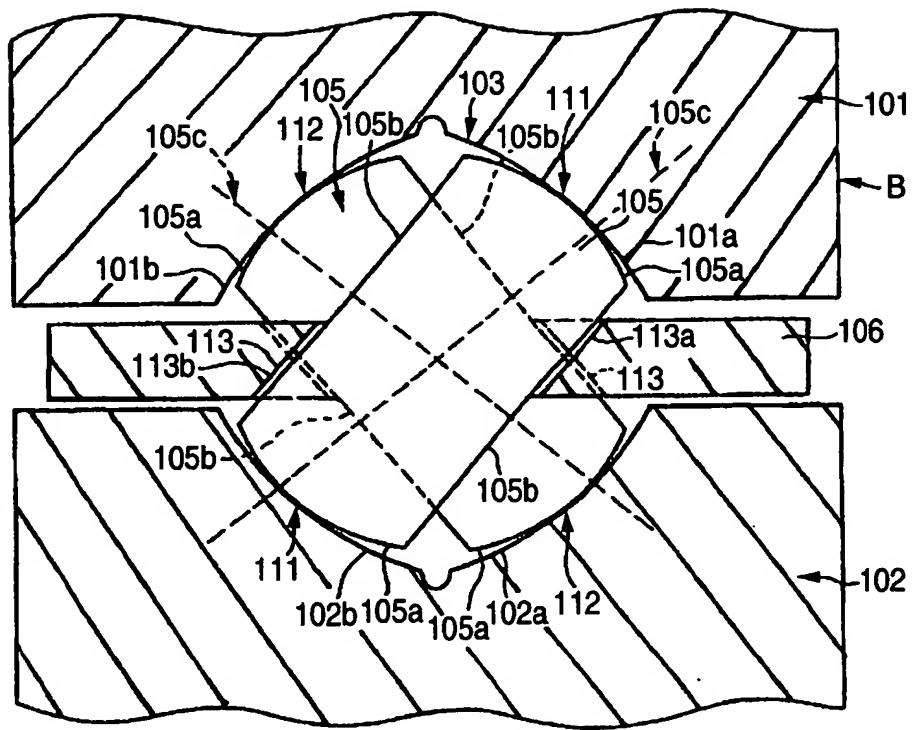


図 23

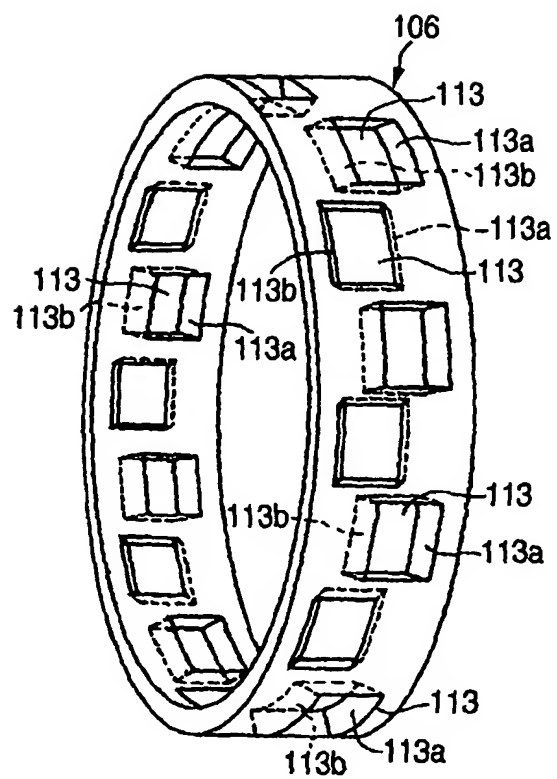


図 24

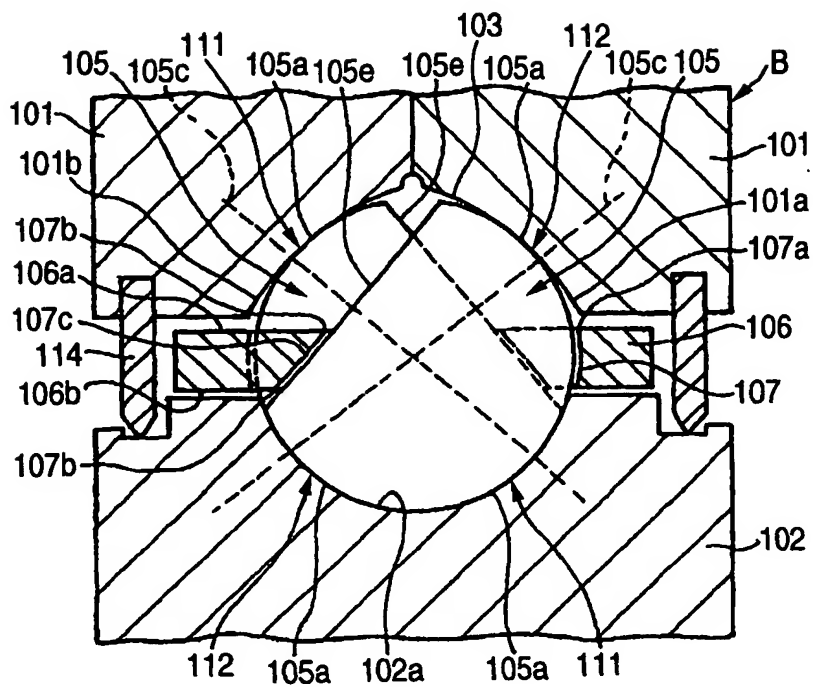


図 25

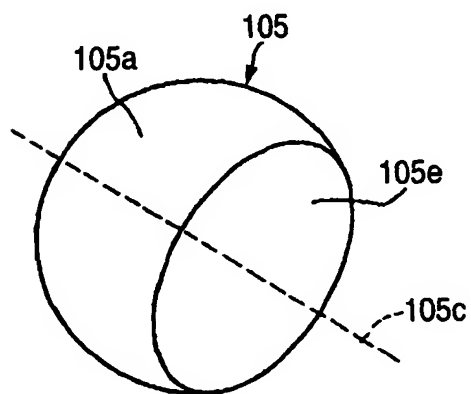


図 26

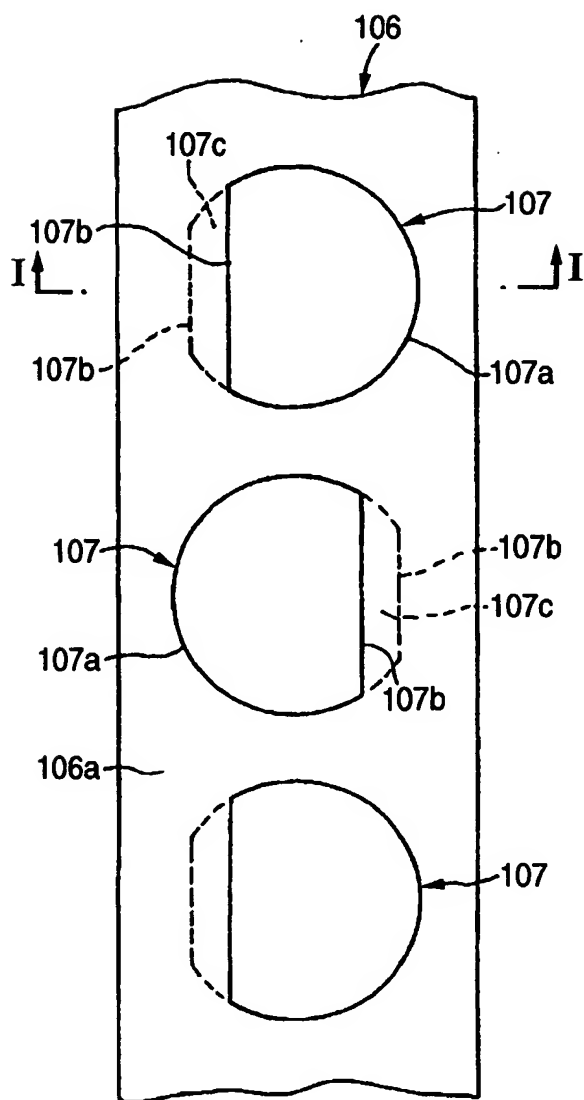


図 27

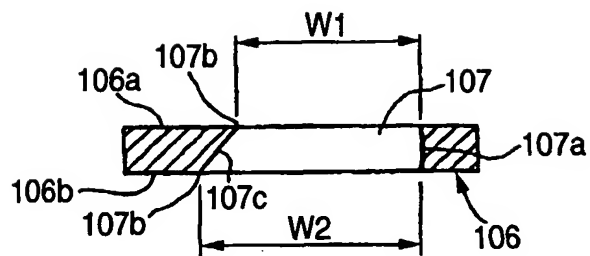


図 28

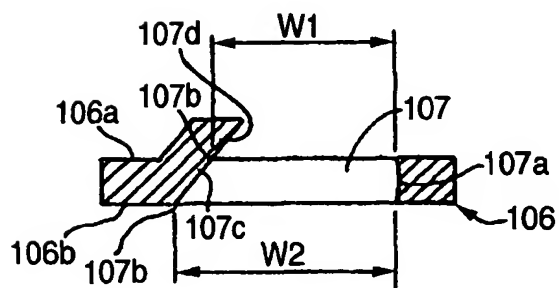


図 31

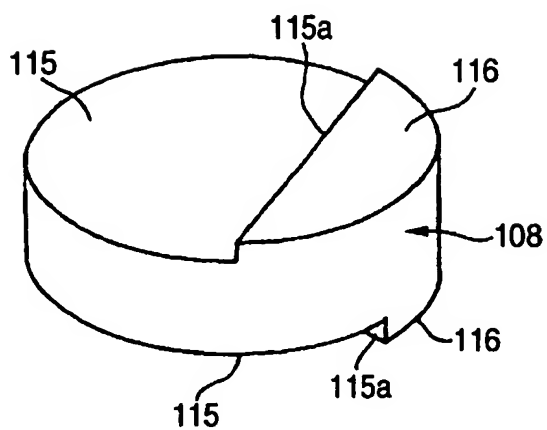


図 32

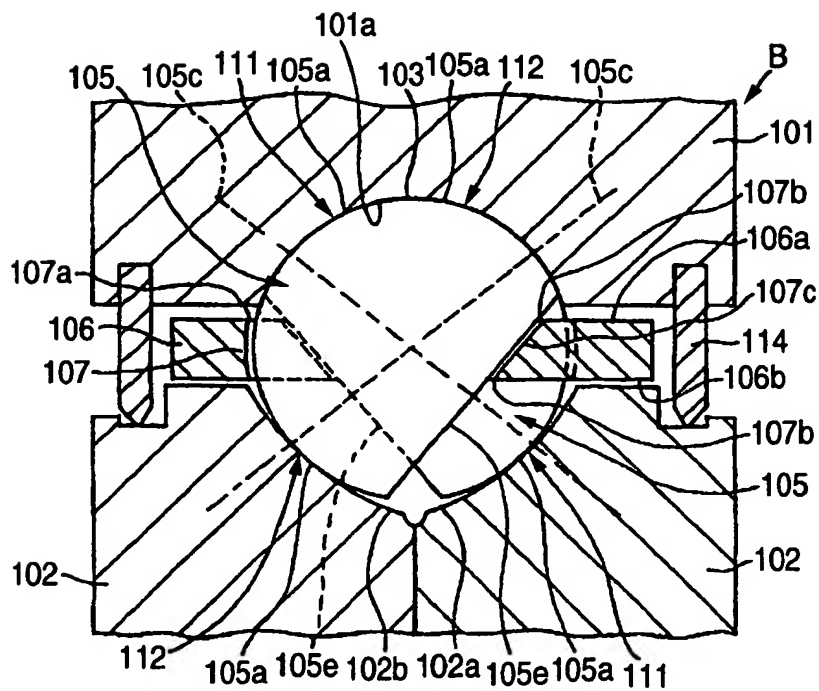


図 33

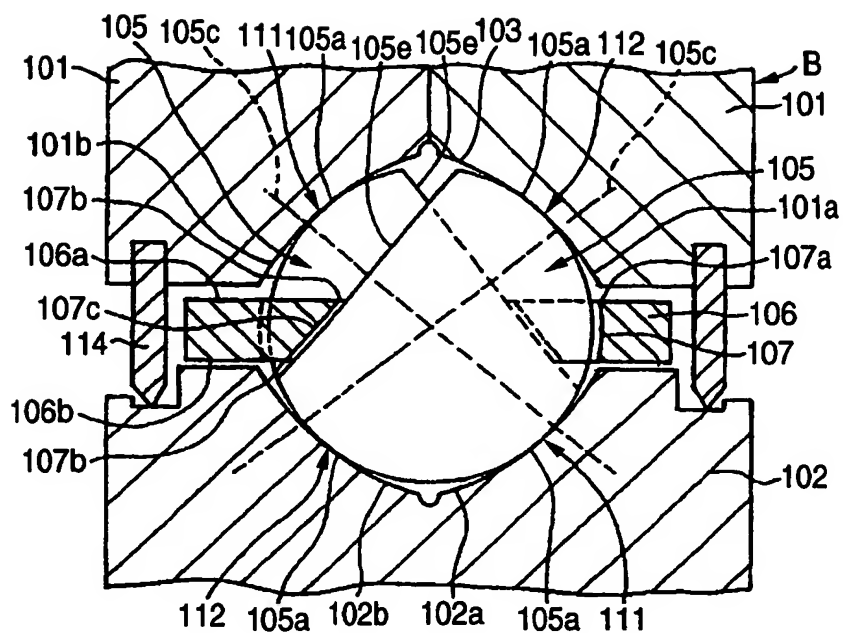


図 34

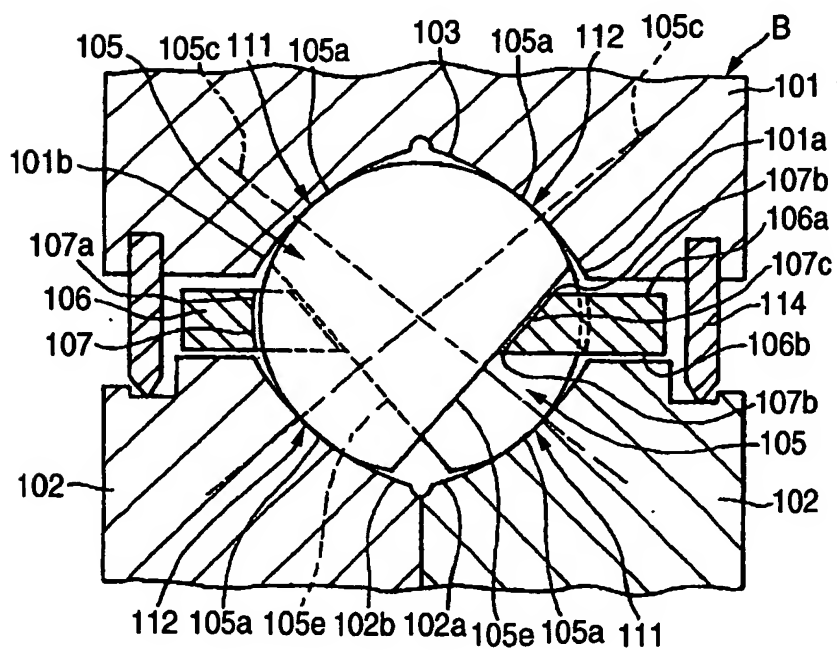


図 35

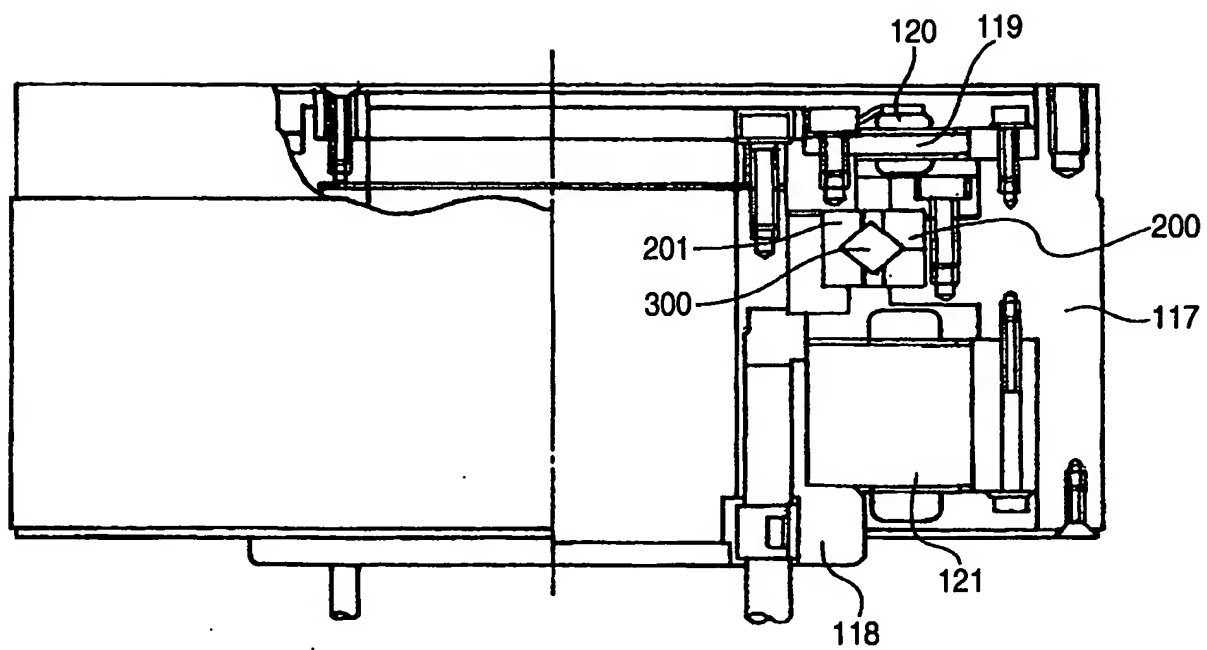


図 36

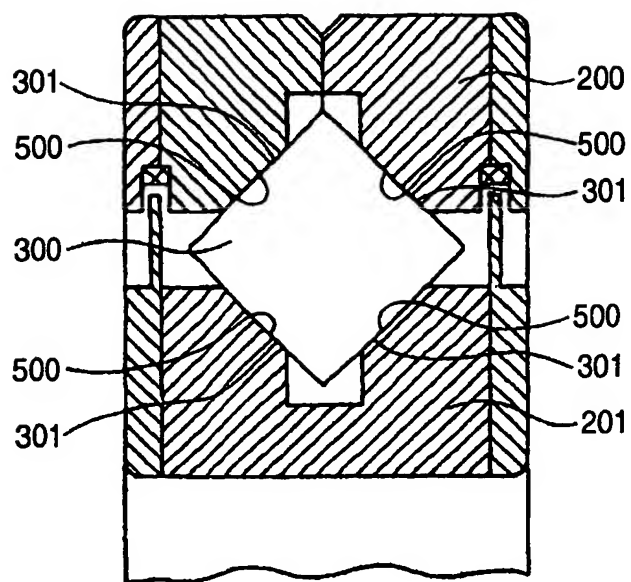


図 37

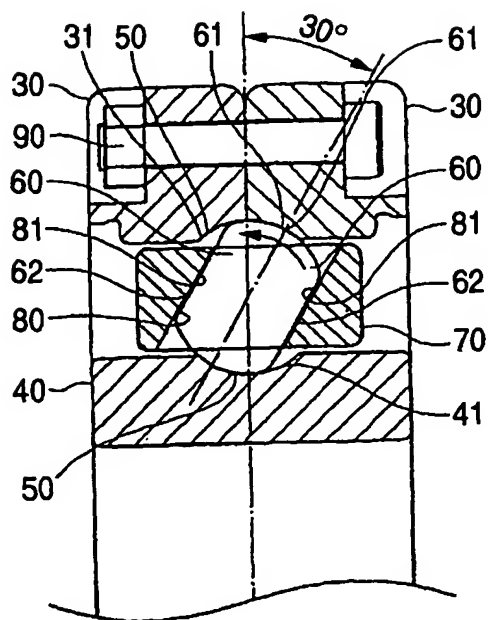
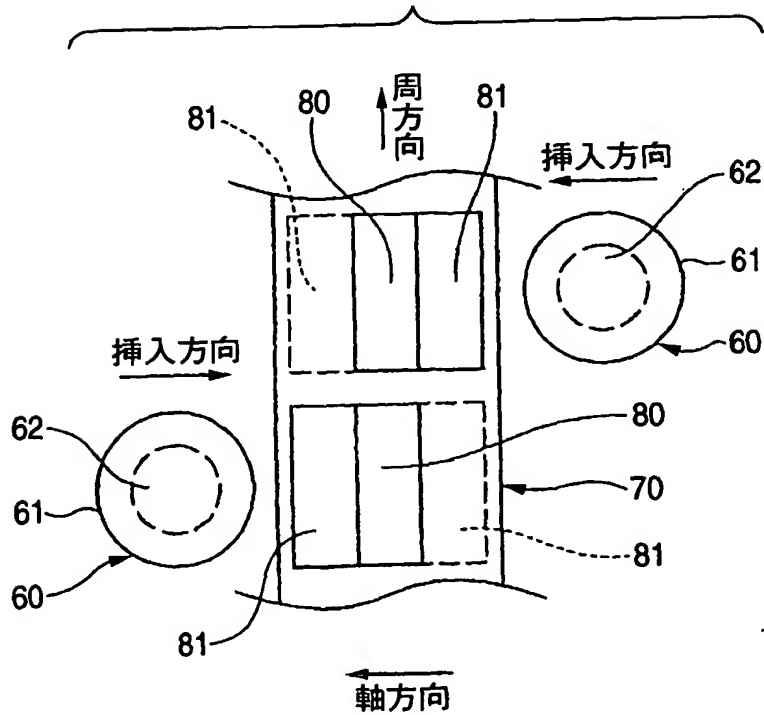


図 38



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00131

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F16C19/36, 33/58, 33/46, 43/06, H02K5/173

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F16C19/34-19/38, 33/58-33/60, 33/46, 43/06, H02K5/173

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	DE 10027105 A1 (NSK Ltd.), 08 February, 2001 (08.02.01), & JP 2001-50264 A & US 6382836 B1	1, 3-4 2, 5-8
X Y	JP 9-126233 A (NTN Corp.), 13 May, 1997 (13.05.97), (Family: none)	1 2, 5-7
Y	US 2628137 A (The Timken Roller Bearing Co.), 10 February, 1953 (10.02.53), (Family: none)	2
Y	US 4974972 A (Lucas Western, Inc.), 04 December, 1990 (04.12.90), & US 5125756 A	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 April, 2003 (15.04.03)

Date of mailing of the international search report
30 April, 2003 (30.04.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00131

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 34126/1988 (Laid-open No. 146775/1989) (ShinMaywa Industries, Ltd.), 11 October, 1989 (11.10.89), (Family: none)	5-8
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 2712/1988 (Laid-open No. 109258/1989) (ShinMaywa Industries, Ltd.), 24 July, 1989 (24.07.89), (Family: none)	5-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ F16C19/36, 33/58, 33/46, 43/06, H02K5/173

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ F16C19/34-19/38, 33/58-33/60, 33/46, 43/06, H02K5/173

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	DE 10027105 A1 (NSK Ltd.) 2001.02.08 & JP 2001-50264 A & US 6382836 B1	1, 3-4 2, 5-8
X Y	JP 9-126233 A (エヌティエヌ株式会社) 1997.05.13 (ファミリーなし)	1 2, 5-7
Y	US 2628137 A (The Timken Roller Bearing Company) 1953.02.10 (ファミリーなし)	2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.04.03

国際調査報告の発送日

30.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤村 泰智



3J

9247

電話番号 03-3581-1101 内線 3326

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 4974972 A (Lucas Western, Inc.) 199 0. 12. 04 & US 5125756 A	2
Y	日本国実用新案登録出願63-34126号(日本国実用新案登録 出願公開1-146775号)の願書に添付した明細書及び図面の 内容を撮影したマイクロフィルム(新明和工業株式会社) 198 9. 10. 11 (ファミリーなし)	5-8
Y	日本国実用新案登録出願63-2712号(日本国実用新案登録出 願公開1-109258号)の願書に添付した明細書及び図面の内 容を撮影したマイクロフィルム(新明和工業株式会社) 198 9. 07. 24 (ファミリーなし)	5-8